SURVEILLANCE DES PULVERISATIONS AERIENNES
D'INSECTICIDES CONTRE LA TORDEUSE DES BOURGEONS
DE L'EPINETTE, AU QUEBEC, EN 1984

CONCENTRATIONS D'INSECTICIDES BIOLOGIQUES DANS L'AIR DE DEUX AGGLOMERATIONS URBAINES DE LA REGION 01

Par: Luc Major, biologiste
Ghislain Rousseau, tech. eau et assain.
Brigitte Lamontagne, tech. chimie et biol.

Collaborateur: Jean Cabana, microbiologiste

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Energie et des Ressources
Direction de la Conservation

Service d'Entomologie et
de Pathologie

Dr. Jean-Guy Davidson, ing. for.
Chef de Service

Division Environnement et
Sécurité

Gilles Gaboury, biol.
Responsable de division

Janvier 1985

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier chaleureusement le Maine Bureau of Health et principalement Monsieur Ernest Richardson pour nous avoir prêté les pompes nécessaires à ce programme d'échantillonnage d'air; leur collaboration a été totale et leur aide inestimable.

RESUME

Dans le cadre de sa quinzième opération de pulvérisation aérienne d'insecticides contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana), le ministère de l'Energie et des Ressources a réalisé en 1984 une campagne d'échantillonnage afin d'évaluer les concentrations du Bacillus thuringiensis dans l'air de deux municipalités de la région 01 (St-Honoré de Témiscouata et Causapscal). Au total, 49 échantillons d'air d'une durée de 24 heures ont été prélevés entre le 11 juin et le 7 juillet. L'analyse des échantillons a révélé des concentrations variant entre 0 et 132,59 spores-mn/ℓ (94,0 spores/m^3) mais généralement inférieures à 2 spores-mn/ℓ (1,4 spores/m^3). On constate une bonne relation entre les concentrations détectées et les pulvérisations effectuées à proximité des stations mais d'autres facteurs possibles, tels le vent, la quantité de produit pulvérisée et la topographie locale peuvent affecter de façon importante la dérive des spores de B.t.

Les tests de toxicité du B.t. réalisés sur l'homme et sur des espèces animales tendent à démontrer son innocuité par voies orales et respiratoires et ce, même à des doses plusieurs milliers de fois supérieures à celles détectées lors de cette étude. Il appert donc que les pulvérisations d'insecticides biologiques constitueraient un risque négligeable pour la santé des citoyens de ces municipalités.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS..... i
RESUME..... ii
LISTE DES TABLEAUX..... iv
LISTE DES FIGURES..... v
INTRODUCTION..... 1

2. TERRITOIRE..... 2

3. METHODOLOGIE..... 2
3.1 Pulvérisation..... 2
3.2 Préparations d'insecticides..... 4
3.3 Echantillonnage de l'air..... 4
3.4 Méthodologie analytique..... 8
3.5 Efficacité de la méthode d'échantillonnage et d'analyse..... 9

4. RESULTATS..... 11
4.1 St-Honoré de Témiscouata..... 11
4.2 Causapscal..... 13

5. DISCUSSION..... 15

BIBLIOGRAPHIE..... 21

ANNEXE 1 : Préparation de la solution "Buffer Water"..... 22

ANNEXE 2 : Concentrations d'insecticides biologiques détectées dans chaque échantillon VS pulvérisations pendant la période d'échantillonnage..... 23

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Préparations d'insecticides biologiques pulvérisées lors du programme de lutte contre la tordeuse effectué au Québec en 1984..... 5

Tableau 2: Concentrations de spores de Bacillus thuringiensis détectées dans les échantillons d'air prélevés à St-Honoré de Témiscouata lors des pulvérisations contre la tordeuse en 1984..... 12

Tableau 3: Concentrations de spores de Bacillus thuringiensis détectées dans les échantillons d'air prélevés à Causapscal lors des pulvérisations contre la tordeuse en 1984..... 14

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Programme de lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette réalisé au Québec en 1984..... 3

Figure 2: Schéma du dispositif utilisé lors de l'échantillonnage de l'air pour les insecticides biologiques dans les deux municipalités étudiées..... 7

Figure 3: Histogramme des concentrations d'insecticides biologiques (B.t.) détectées à St-Honoré de Témiscouata lors des pulvérisations contre la tordeuse en 1984..... 16

Figure 4: Histogramme des concentrations d'insecticides biologiques (B.t.) détectées à Causapscal lors des pulvérisations contre la tordeuse en 1984..... 17

1- INTRODUCTION

Dans le cadre de son programme de lutte contre les insectes nuisibles en milieu forestier, le ministère de l'Energie et des Ressources a entrepris au printemps 1984 une 15ième opération de pulvérisations aériennes d'insecticides afin de réduire les dommages causés par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana).

Dans ce contexte, le ministère a réalisé une campagne d'échantillonnage afin de déterminer les concentrations d'insecticide auxquelles peut être exposée la population de la région 01. Des mesures d'insecticides chimiques ont été effectuées à l'intérieur et à l'extérieur (3 km) des aires traitées ainsi que dans certaines municipalités. En ce qui a trait aux insecticides biologiques, des prélèvements ont également été effectués dans deux agglomérations urbaines.

Ce rapport traite uniquement des mesures d'insecticides biologiques (Bacillus thuringiensis) dans ces agglomérations urbaines. Les mesures d'insecticides chimiques énumérées précédemment font l'objet de rapports indépendants.

2. TERRITOIRE

La région soumise aux pulvérisations de 1984 s'étend sur tout le sud-est du Québec et a couvert une superficie de 673 046 hectares (fig. 1). De cette superficie, 306 325 ha (45,5%) ont été traités aux insecticides biologiques, 299 064 ha (44,4%) avec l'aminocarbe, 33 594 ha (5,0%) avec le fénitrothion et 34 063 ha (5,1%) avec les deux insecticides chimiques.

3. METHODOLOGIE

3.1 Pulvérisation

Le programme de pulvérisations s'est déroulé du 18 mai au 3 juillet avec des quadrimoteurs de type Constellation L-749, DC-4G, et DC-6 et des monomoteurs de type AgCat et Turbo Trush. A l'intérieur de ce programme global de pulvérisations, les applications d'insecticides biologiques ont été effectuées entre le 7 juin et le 3 juillet.

Le système de pulvérisation, pour les quadrimoteurs affectés aux insecticides biologiques, était constitué de longerons munis de 154 gicleurs ouverts. Dans le cas des monomoteurs effectuant des traitements biologiques, le système était constitué de longerons munis de 6 Mini Micronair Au-5000^{MD}.

Les parcelles traitées aux insecticides biologiques n'ont reçu qu'une seule application. Précisons seulement que certaines parcelles prévues au programme n'ont reçu aucune application, suite à des conditions météorologiques défavorables ou à une forte baisse des populations larvaires par rapport à celles préalablement estimées.

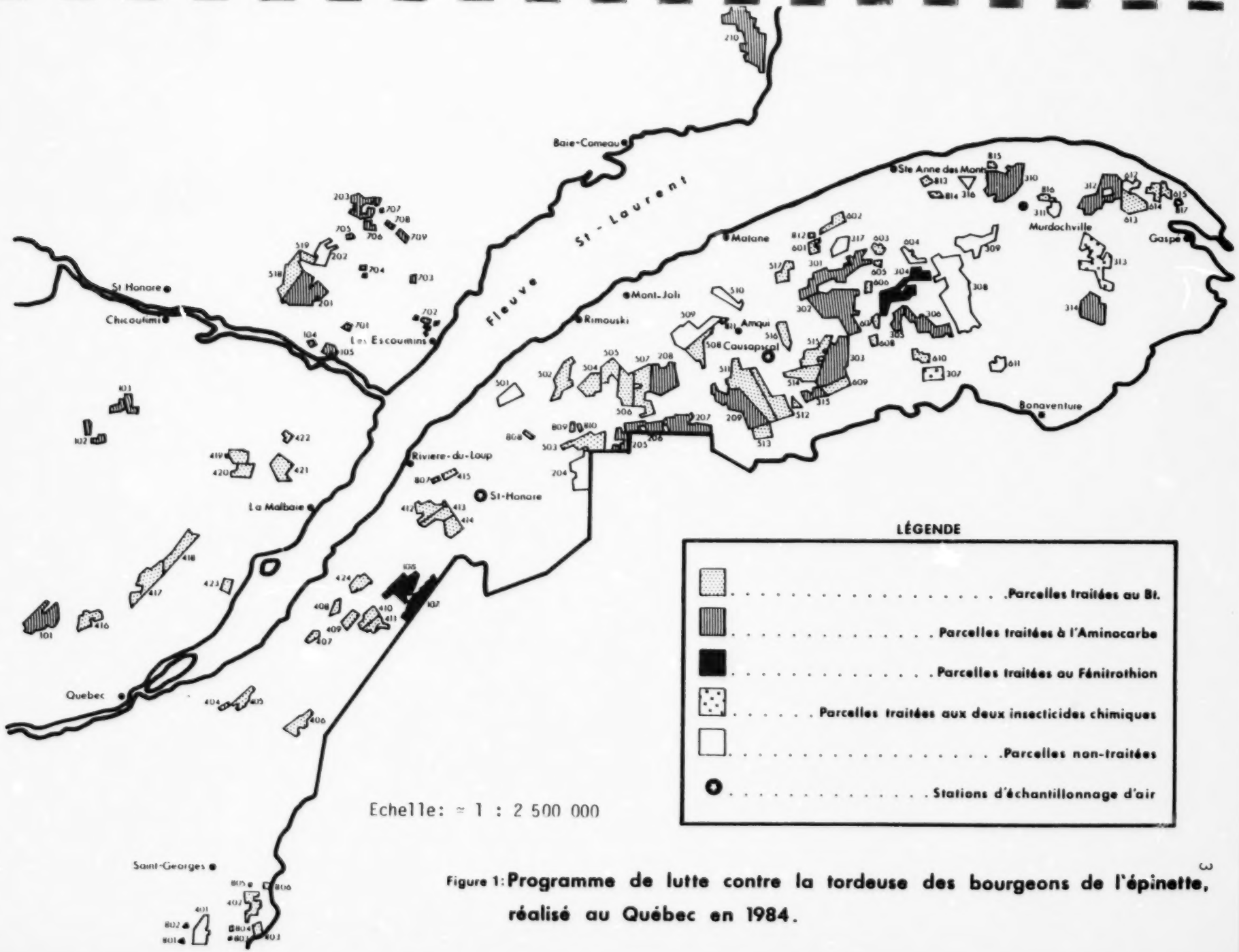


Figure 1: Programme de lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, réalisé au Québec en 1984.

3.2 Préparations d'insecticides

Les insecticides biologiques utilisés furent le Thuricide^{MD} 48LV, le Thuricide^{MD} 32LV, le Futura^{MD}, le Dipel^{MD} 88 et le Dipel^{MD} 132; l'ingrédient actif de toutes ces préparations est le Bacillus thuringiensis. Le tableau 1 présente la description détaillée des préparations d'insecticides, de même que les doses utilisées lors du programme réalisé en 1984.

3.3 Echantillonnage de l'air

Deux municipalités de la région 01 ont été sélectionnées pour faire partie du programme, soit St-Honoré de Témiscouata et Causapscal. A chacun de ces endroits, la station d'échantillonnage était localisée dans la cour arrière de maisons privées, sur un terrain découvert au relief peu accidenté.

St-Honoré de Témiscouata

La station était localisée à 0,6 Km au sud du village. La distance minimale de cette station à l'aire traitée la plus près est de 10,3 Km (fig. 1).

Causapscal

La station était située à 3.5 Km au nord-est de Causapscal. La distance minimale de cette station à l'aire traitée la plus près est de 6 Km (fig. 1).

Les échantillons ont été prélevés entre le 11 juin et le 7 juillet. Au total, 49 échantillons ont été prélevés, soit 25 et 24 respectivement à St-Honoré et Causapscal. Les prélèvements, d'une

TABLEAU 1 : Préparations d'insecticides biologiques pulvérisées lors du programme de lutte contre la tordeuse effectué au Québec en 1984.

PRODUIT	DOSE	VOLUME	PREPARATION			
			INSECTICIDE	SORBITOL	EAU	CHEVRON STICKER
Quadrimoteurs						
Thuricide 48LV	30 MUI/ha	2,37ℓ/ha	100%	--	--	
Thuricide 32LV	20 MUI/ha	4,68ℓ/ha	50%	20%	30%	1/6000
Futura	20 MUI/ha	2,5 ℓ/ha	60%	--	40%	1/6000
Dipel 88	20 MUI/ha	5,85ℓ/ha	40%	--	60%	1/6000
Dipel 132	30 MUI/ha	2,37ℓ/ha	100%			
Monomoteurs						
Thuricide 32LV	20 MUI/ha	2,34ℓ/ha	100%	--	--	--

durée d'environ 24 heures à un débit de 29 ℓ/mn, étaient effectués à l'aide d'appareils d'échantillonnage mis au point par le "Mid-West Research Institute".

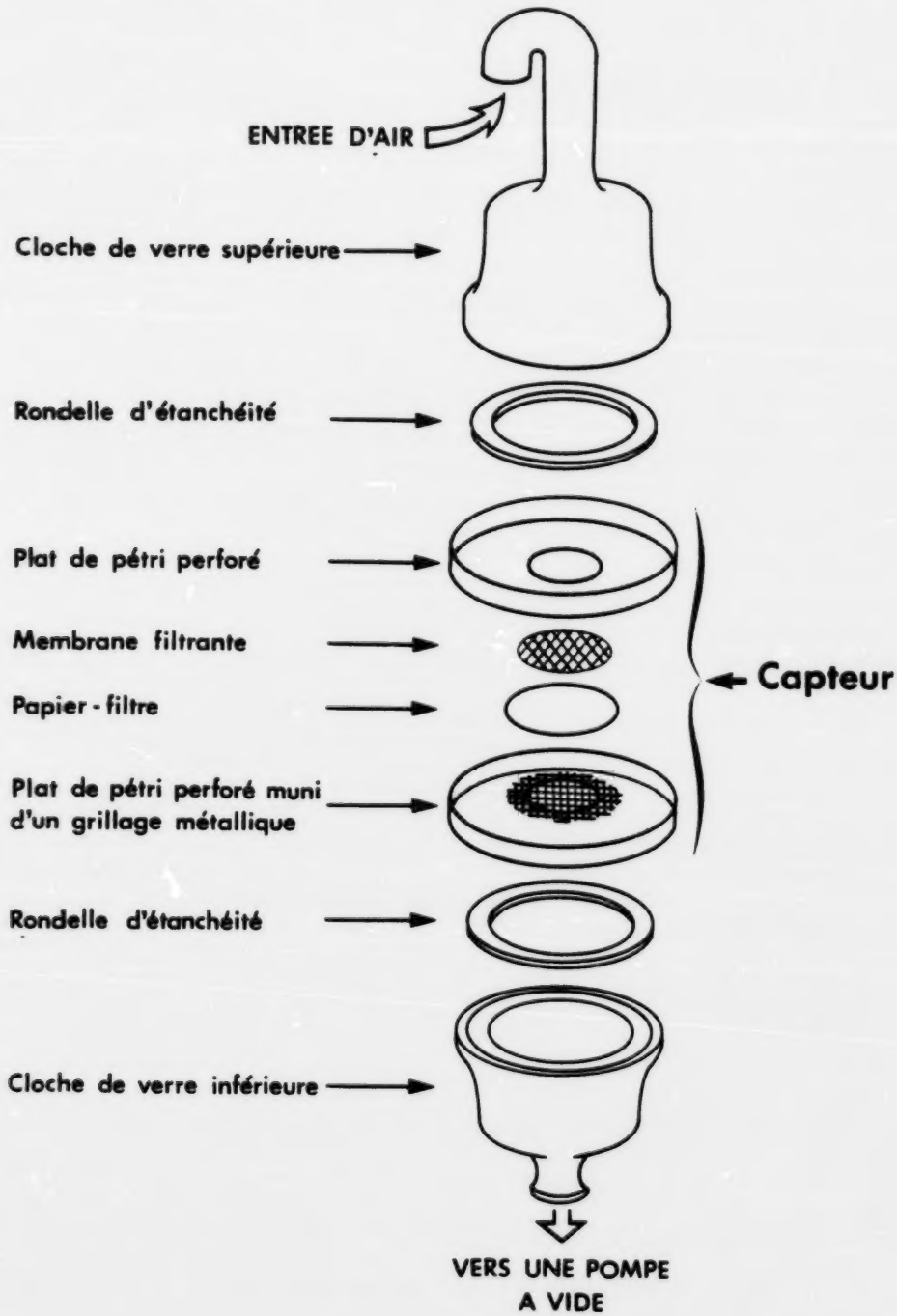
Différents tests ont été effectués dans le but d'utiliser le barbotage comme technique d'échantillonnage. Après plusieurs essais, cette méthode s'est avérée inefficace pour le débit et le temps de prélèvement préconisés lors de cette étude. Les obstacles majeurs rencontrés furent l'évaporation du liquide et la difficulté d'extraction. Nous avons donc construit un capteur en considérant les deux facteurs suivants:

1- Rétention maximale des spores de Bacillus thuringiensis (B.t.) sur un filtre après le passage de l'air;
2- Extraction complète des spores de B.t. présentes sur le filtre.

Après plusieurs essais, une membrane filtrante Millipore MD en ester de cellulose de type HA blanc quadrillé ayant une porosité de 0,45 um et un diamètre de 4,7 cm a été choisie. Cette dernière est déposée sur un papier-filtre Whatman, et le tout est inséré entre deux plats de pétri perforés (3,9 cm de diamètre); cet ensemble forme le capteur (fig. 2). Ce montage à été effectué de façon stérile dans une hotte biologique au laboratoire de microbiologie du ministère; il était ensuite scellé jusqu'au moment de l'utilisation.

Le capteur est installé entre deux cloches de verre préalablement stérilisées et l'étanchéité du système est assurée par des anneaux de

Figure 2: Schéma du dispositif utilisé lors de l'échantillonnage de l'air pour les insecticides biologiques dans les deux municipalités étudiées.



caoutchouc. Le dispositif illustré à la figure 2 est alors relié à la pompe à vide. Après la période de prélèvement, le capteur est recouvert d'une boîte de pétri et conservé à une température de 4°C jusqu'à l'analyse en laboratoire.

3.4 Méthodologie analytique

Au moment de l'analyse, le filtre est déposé dans 250 ml d'une solution tamponnée "Buffer Water" (BW)(1) et conservé au réfrigérateur durant toute une nuit. Le lendemain, la solution est déposée sur une plaque à agitation pendant 2 heures. Après agitation, on filtre à deux reprises 25 et 50 ml de la solution avec un système de filtration sous vide muni d'une membrane filtrante de type Millipore^{MD} (porosité 0,45 um). A la suite de cette opération, les filtres sont déposés sur des géloses nutritives puis incubés durant 16 à 18 heures à 29°C. La solution restante, soit 100 ml, est conservée au réfrigérateur(2).

Après l'incubation, on examine minutieusement les filtres; les colonies de B.t., reconnaissables à leur surface plate d'apparence rugueuse, sont dénombrées et repiquées en tout ou en partie selon le protocole présenté à la page suivante. Mentionnons que la présence d'autres microorganismes a été rarement observée, soit un total de cinq pour tous les filtres analysés.

(1) La composition de cette solution apparaît à l'annexe 1.

(2) Si après une incubation de 16 à 18 heures, aucune colonie ne s'est développée, la quantité restante de la solution BW est entièrement filtrée afin de confirmer l'absence ou de mesurer de très faibles concentrations.

Nombre de colonies présentes sur le filtre	% de colonies repiquées
1 à 20	100
21 à 40	50
40 et plus	18 à 24

Le repiquage est effectué sur des géloses nutritives, qui sont ensuite incubées pendant 45 à 50 heures à 29°C. Après l'incubation, des frottis sur lames sont préparés avec chacune des colonies repiquées, et colorés d'après la méthode développée par W.A. Smirnoff (1962). Cette coloration permet d'identifier par microscopie les cristaux caractérisant la présence de B.t. Toutes les colonies repiquées lors de cette étude ont révélé la présence de cristaux.

3.5 Efficacité de la méthode d'échantillonnage et d'analye

Différents tests ont été effectués au laboratoire de microbiologie du M.E.R. afin de mettre au point une méthode d'analyse adéquate. On a tout d'abord dû s'assurer que les spores de B.t. étaient conservées dans une solution appropriée après avoir été libérées du filtre. La solution "Buffer Water" a été retenue car elle a permis de conserver les spores de B.t. viables sans germination, jusqu'à 7 jours à une température de 4°C. L'efficacité d'extraction des spores présentes sur le filtre a également fait l'objet de vérifications. Ainsi, après l'extraction, certains filtres d'échantillonnage étaient rincés

à l'eau stérile puis déposés sur une gélose nutritive et incubés durant 16 à 18 heures à 29°C. Ces essais ont été réalisés pendant la période de pulvérisations, soit pour les échantillons prélevés du 11 au 15 juin inclusivement. Après cette période, les tests d'extraction ont été interrompus puisqu'aucun développement n'avait été observé sur ces filtres. Ceci nous assure donc que toutes les spores retenues à la surface du filtre se retrouvent dans la solution BW suite à l'extraction.

On a aussi vérifié l'étanchéité du système d'échantillonnage. Pour ce faire, deux montages ont été réalisés, chacun étant constitué de deux capteurs superposés et reliés à la pompe à vide. Après une période de fonctionnement d'environ 24 heures, des frottis effectués sur chacune des parties contituantes du système, de même qu'une analyse des filtres, ont révélé une présence de B.t. seulement sur le filtre supérieur. Ceci démontre que les spores de B.t. sont efficacement retenues par le filtre utilisé lors de la campagne d'échantillonnage.

4- RESULTATS

Les tableaux 2 et 3 présentent les résultats obtenus lors de cette campagne d'échantillonnage. Deux unités ont été utilisées, soit des spores-minute par litre d'air et des spores par mètre cube d'air. Toutefois, seules les concentrations intégrées dans le temps (1) et exprimées en spores-mn / ℓ sont utilisées dans le texte. Cette unité a été préférée parce qu'elle est plus significative. En effet, la concentration exprimée en spores / m^3 est une moyenne des concentrations présentes dans l'air tout au long de la période de prélèvement, alors que l'unité spores mn/ ℓ représente la sommation du nombre de spores par litre captées durant cette période.

4.1 St-Honoré de Témiscouata

Au total, 25 échantillons ont été prélevés du 11 juin au 7 juillet; pour cette station, 4 échantillons n'ont pu être analysés quantitativement suite à une perforation du filtre durant le prélèvement. Cependant, pour trois de ces derniers, une analyse qualitative a été faite.

(1) La concentration intégrée est le quotient du nombre de spores viables présentes dans l'échantillon par le débit de l'appareil d'échantillonnage.

Tableau 2: Concentrations de spores de Bacillus thuringiensis détectées dans les échantillons d'air prélevés à St-Honoré de Témiscouata lors des pulvérisations contre la tordeuse en 1984.

Date (1)	Concentrations intégrées dans le temps (spores-mn/litre)	Concentrations moyennes durant 24 heures (spores/mètre cube)
84-06-11	18,55	13,2
12	6,45	4,6
13	7,93	5,6
14	*	*
15	0,45	0,3
16	0,46	0,3
17	0,10	0,1
18	Présence **	Présence**
19	0,79	0,6
20	18,96	13,5
21	Présence**	Présence**
22	10,79	7,7
23	0	0
24	Présence**	Présence**
25	1,14	0,8
26	0,64	0,4
27	0	0
28	0,71	0,5
29	0,71	0,5
30	2,28	1,6
84-07-01	0,38	0,3
02	0,34	0,2
03	0	0
04	0	0
05	0	0

(1) Date du début de la période de prélèvement

* filtre perforé non-analysé
** filtre perforé analysé

Les résultats ont varié de 0 à 18,96 spores-mn/ℓ pour les 21 échantillons ayant subi une analyse complète. Parmi ces derniers, 14 échantillons (66,7%) révèlent des concentrations inférieures à 1 spore-mn/ℓ . A noter que les 18, 21 et 24 juin, l'analyse qualitative des échantillons a également révélé la présence de B.t. Pour les trois dernières journées d'échantillonnage, soit les 3, 4 et 5 juillet, la présence de B.t. n'a pas été observée sur les filtres.

4.2 Causapscal

A cet endroit, 24 échantillons ont été prélevés du 14 juin au 7 juillet. Les résultats ont varié de 0 à 132,59 spores-mn/ℓ pour les 22 qui ont reçu une analyse complète. Malgré l'étendue importante des résultats, signalons à titre indicatif que 63,6% des valeurs (14 échantillons) sont inférieures à 2 spores-mn/ℓ . Quant aux deux échantillons dont le filtre était perforé, soit ceux prélevés les 21 et 26 juin, l'analyse qualitative nous indique respectivement une absence et une présence de B.t. sur ces filtres.

Tableau 3: Concentrations de spores de Bacillus thuringiensis détectées dans les échantillons d'air prélevés à Causapscal lors des pulvérisations contre la tordeuse en 1984.

Date (1)	Concentrations intégrées dans le temps (spores-mn/litre)	Concentrations moyennes durant 24 heures (spores/mètre cube)
84-06-14	1,34	0,8
15	3,96	2,8
16	0,34	0,2
17	0,93	0,7
18	2,86	2,0
19	0,83	0,6
20	1,90	1,3
21	Absence **	Absence **
22	0	0
23	132,59	94,0
24	0,10	0,1
25	2,07	1,5
26	Présence **	Présence **
27	1,28	0,9
28	7,17	5,1
29	1,38	1,0
30	95,41	68,0
84-07-01	1,00	0,7
02	118,31	83,9
03	5,17	3,7
04	0,69	0,5
05	0,34	0,2
06	0,69	0,5
07	0,07	0,1

(1) Date du début de la période de prélèvement

** filtre perforé, analysé

5. DISCUSSION

On peut constater une très forte variabilité de la concentration de spores tout au long de la période d'échantillonnage. Afin de visualiser la relation probable entre les concentrations de B.t. détectées et les pulvérisations effectuées aux alentours des stations, nous avons effectué les compilations apparaissant à l'annexe 2. Ces figures indiquent la concentration retrouvée à chacun des endroits ainsi que les parcelles où il y a eu application de B.t. durant chaque période de prélèvement d'air. La relation entre ces deux paramètres est évidente et nous avons condensé cette information aux figures 3 (St-Honoré) et 4 (Causapscal). En consultant ces deux figures, on constate qu'en général, la concentration en spores viables présentes dans l'échantillon augmente sensiblement lorsqu'il y a pulvérisation près de la station (<20 km); les échantillons prélevés les 11, 13, 20, 22 juin à St-Honoré de même que ceux prélevés les 15, 23, 30 juin et 2 juillet à Causapscal témoignent de cette dernière observation. Une augmentation des concentrations a également été perceptible certaines journées où il y avait application de B.t. à plus de 50 km des stations de prélèvement; ce phénomène a particulièrement été observé le 30 juin à St-Honoré et le 28 juin à Causapscal.

A l'inverse, de très faibles concentrations ont été notées dans certains échantillons alors qu'il y a eu des pulvérisations à moins de 20 km comme les 16, 17 juin et 1er juillet à Causapscal. Des différences appréciables ressortent également le jour après des pulvérisations où de fortes concentrations ont été observées. Ainsi à St-Honoré, la concentration de B.t. qui est de 18,55 spores-mn/ℓ le 11 juin (journée de pulvérisation)

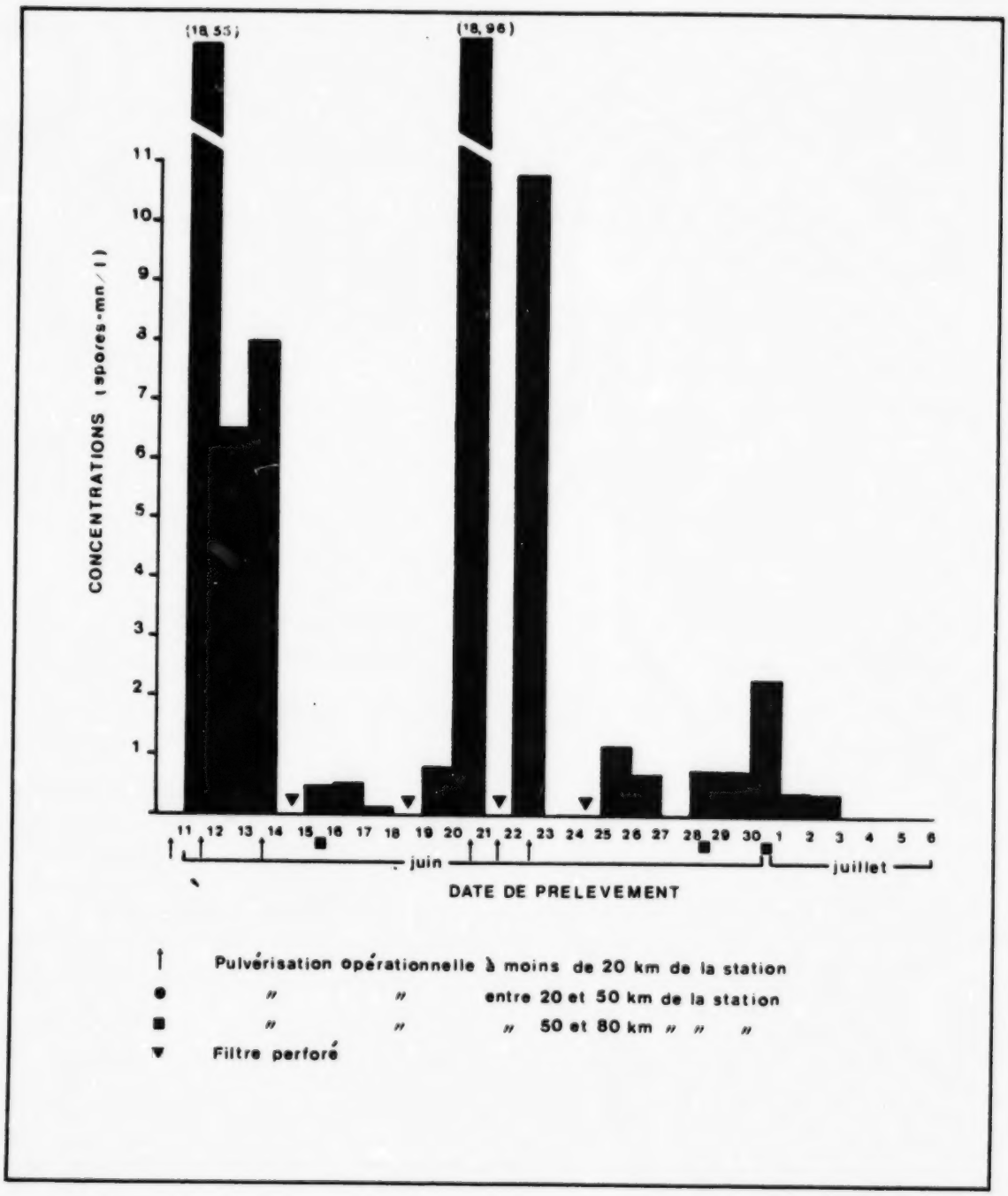


Figure 3: Histogramme des concentrations d'insecticides biologiques (B.t.) détectées à St-Honoré de Témiscouata lors des pulvérisations contre la tordeuse en 1984.

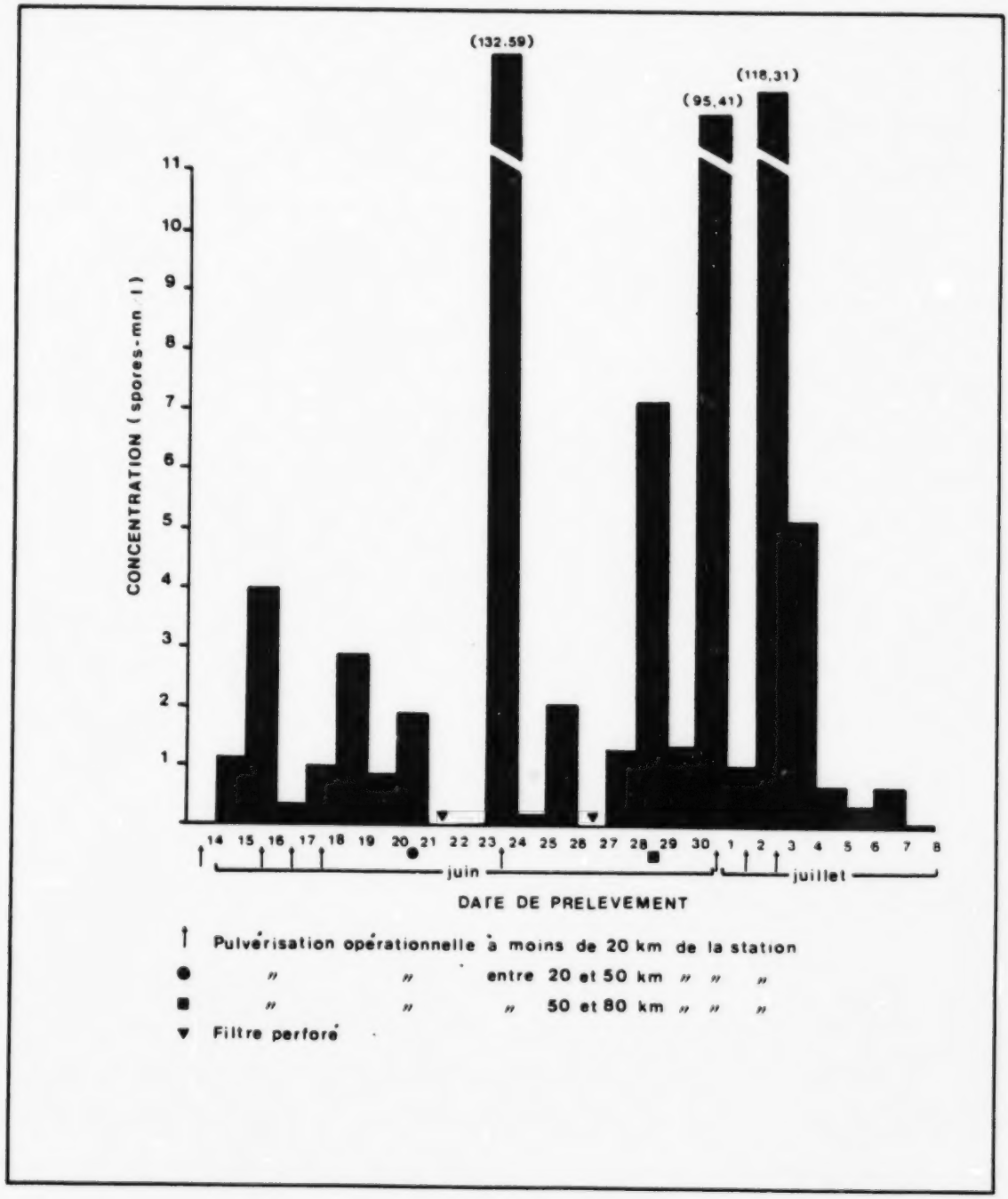


Figure 4: Histogramme des concentrations d'insecticides biologiques (B.t.) détectées à Causapscal lors des pulvérisations contre la tordeuse en 1984.

est encore de 6,5 spores-mn/ℓ le lendemain. Par contre, pour une concentration très élevée détectée à Causapscal le 23 juin (132,59 spores-mn/ℓ), la concentration résiduelle n'est plus que de 0,10 spore-mn/ ℓ le lendemain.

On constate donc une bonne relation entre les concentrations détectées et la distance des parcelles traitées pendant l'échantillonnage mais ce dernier facteur seul est insuffisant pour expliquer chacun des résultats. La vitesse et surtout la provenance des vents sont des facteurs extrêmement importants qui influent sur la dérive de l'insecticide; ainsi, la relation moins forte observée à la figure 4 (Causapscal) est probablement due au fait que cette station est entourée de parcelles traitées au B.t. alors qu'à St-Honoré, celles-ci sont toutes en amont des vents dominants en provenance de l'ouest. Un autre élément majeur à considérer est la quantité de spores pulvérisées à chaque application, qui dépend du produit utilisé et de la superficie traitée. Enfin, d'autres facteurs susceptibles d'affecter la dérive des produits sont l'humidité et la topographie locale.

L'absence de spores de B.t. pour les trois derniers échantillons prélevés à St-Honoré, de même que les faibles concentrations retrouvées pour les trois derniers prélèvements effectués à Causapscal, indiquent une contamination de l'air négligeable dans ces municipalités suite aux pulvérisations d'insecticides biologiques dans le Bas St-Laurent-Gaspésie.

Afin d'évaluer les risques potentiels pour la santé des citoyens demeurant dans ces municipalités, nous considérerons la valeur maximale détectée lors de cette étude, soit 132,59 spores-mn/ℓ à Causapscal le 23 juin. En assumant un débit respiratoire de 30 ℓ/mn, un individu pourrait alors absorber, par inhalation et/ou ingestion, un total de 4000 spores de Bacillus thuringiensis en 24 heures. Si l'on suppose que l'individu absorbe cette quantité de spores quotidiennement durant 25 jours, la quantité totale absorbée durant les pulvérisations serait alors de 10^5 spores de B.t..

Bien que cette quantité soit apparemment élevée, signalons que des études toxicologiques de ce bacille ont porté sur des doses plusieurs milliers de fois supérieures à celle-ci. Ainsi, lors d'une étude menée par Fisher et Rosner (1959), 18 volontaires ont ingurgité $3,3 \times 10^9$ spores par jour pendant 5 jours; de plus, 5 de ces individus ont inhalé $3,3 \times 10^8$ spores par jour pendant les 5 jours. Les auteurs n'ont observé aucun symptôme gastro-intestinal, cardio-respiratoire, génito-urinaire ou nerveux chez les sujets; aucune modification du poids ou du cycle menstruel n'a été noté et tous les tests sanguins et urinaires étaient normaux.

La plupart des études de toxicité ont cependant été effectuées sur des espèces animales. Des souris ont ingéré 10^{11} spores/jour pendant 7 jours (Ignoffo, 1973) et $7,5 \times 10^8$ spores/jour pendant deux semaines (Smirnoff et Mac Leod, 1961) et dans les deux cas, aucun effet toxique n'a été observé. Des groupes de 10 rats ont reçu des doses intra-gastriques jusqu'à 2×10^{12} spores/kg de poids; les auteurs n'ont observé ni mortalité ni symptômes de toxicité et les résultats de l'examen histologique des tissus furent normaux (Fisher et Rosner, 1959).

Par voies respiratoires, ces mêmes auteurs ont soumis des souris à une concentration de $3,3 \times 10^9$ spores/ℓ d'air lors de 4 expositions de 15 minutes réparties sur 6 jours; aucune réaction adverse n'a été notée chez ces animaux; l'augmentation de poids fut normale et une analyse histopathologique n'a pas révélé d'inflammation pulmonaire.

En 1981, pour fin d'homologation du Dipel 88 MD, la compagnie Abbott a fait réaliser une étude d'instillation de B.t. dans la trachée de rats. Des doses allant jusqu'à $3,1 \times 10^7$ spores/kg de poids étaient déposées dans la trachée et les animaux étaient sacrifiés après 14 jours; l'histopathologie n'a rien révélé qui puisse être attribué au produit et les tests biochimiques n'ont révélé aucune infection ou toxicité reliées au B.t. (Dr. James Curry. Abbott Lab., comm. pers., 1984). Cette étude est considérée comme étant de bonne qualité par des représentants de Santé et Bien-être social Canada et démontre l'innocuité du B.t. par voie respiratoire (Dr. L. Ritter, Santé et Bien-être social Canada, comm. pers. 1984).

Cette brève revue de littérature tend à démontrer l'innocuité du B.t. par voies orales ou respiratoires et ce, même à des concentrations de beaucoup supérieures à celles détectées lors de cette étude. Cette innocuité est d'ailleurs reconnue par l'Agence américaine de Protection de l'Environnement puisque cet organisme approuve l'utilisation d'insecticide biologique à base de B.t. jusqu'au jour même de la récolte pour des produits destinés à la consommation humaine (U.S.E.P.A., 1984).

Considérant ce qui précède, les concentrations de B.t. détectées dans les deux municipalités surveillées ne représenteraient que très peu de risques pour les populations concernées.

BIBLIOGRAPHIE

CURRY, J. Abbot Labor. Comm. pers. avec J. Cabana, août 1984.

FISHER, R. et L. Rosner, 1959
Toxicology of the Microbial Insecticide Thuricide Agric. Food chem. vol. 7 no. 10: 686-688.

IGNOFFO, C.M., 1973
Effets of entomopathogens on vertebrates. Ann. N.Y. Acad. Sc. 217: 141-142.

RITTER, L. Santé et Bien-être social Canada. Comm. pers. avec J. Cabana, août 1984.

SMIRNOFF, W.A. 1962
A staining method for differentiating spores crystals and cells of Bacillus thuringiensis (Berliner). Journ. Insect Pathol. 4: 384-386

SMIRNOFF, W.A. et C.F. Mac Leod, 1961
Study of the Survival of Bacillus thuringiensis var. thuringiensis Berliner in the Digestive Tracts and in Feces of a Small Mammal and Birds. Jour. Insect Pathol. 3: 226-270

UNITED STATES Environmental Protection Agency, 1984
Exemption from the requirement of a tolerance. Title # 40, C.F.R. 180.1001, section 180, 1011. Revised copy as of July 1984.

ANNEXE 1

PREPARATION DE LA SOLUTION "BUFFER WATER"

1. Dissoudre 34g de $KH_2 PO_4$ (phosphate de potassium monosodique) dans 1 litre d'eau distillée et ajuster le pH à 7,2.

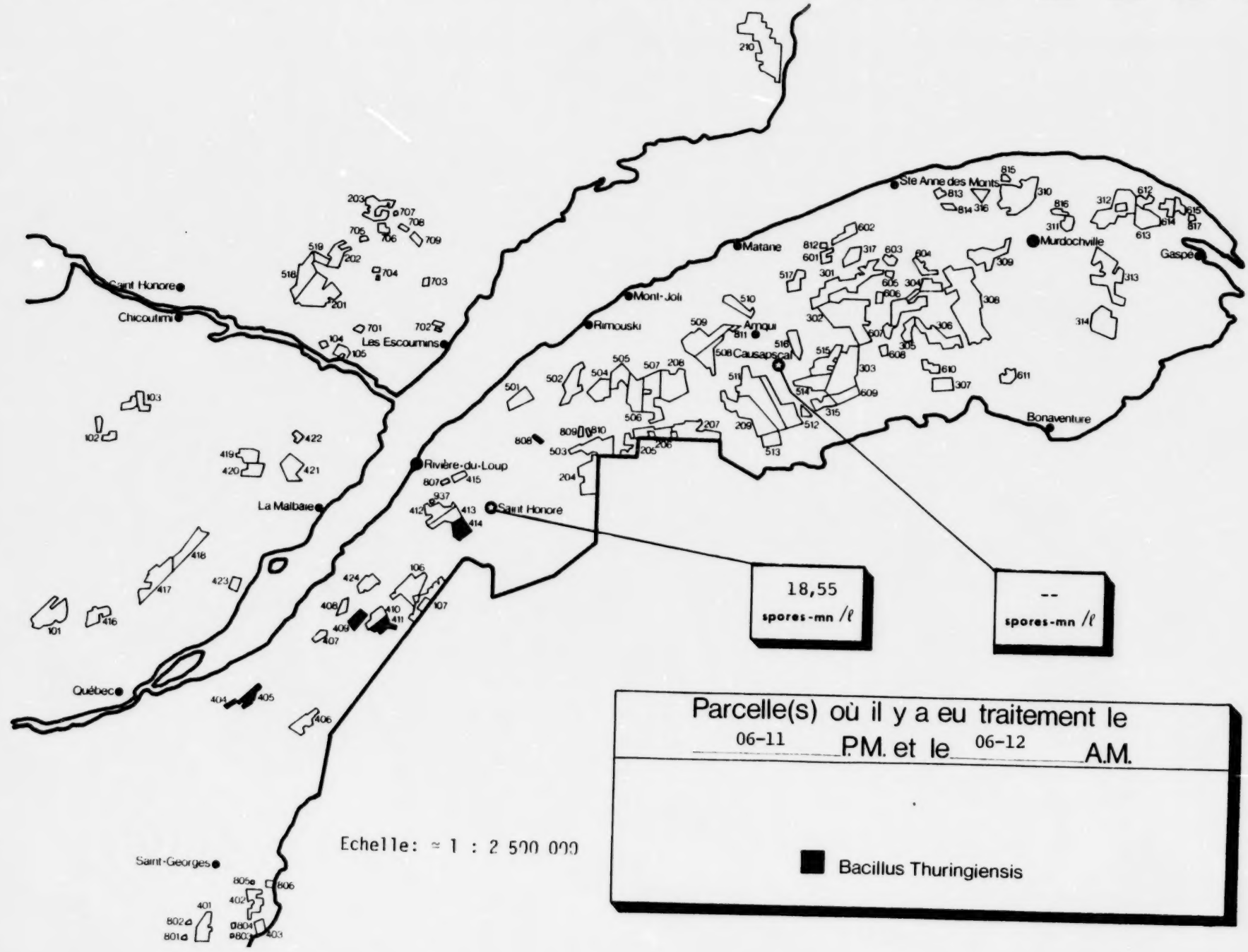
2. Prendre 2 mℓ de cette solution et ajouter 1 ℓ d'eau distillée.

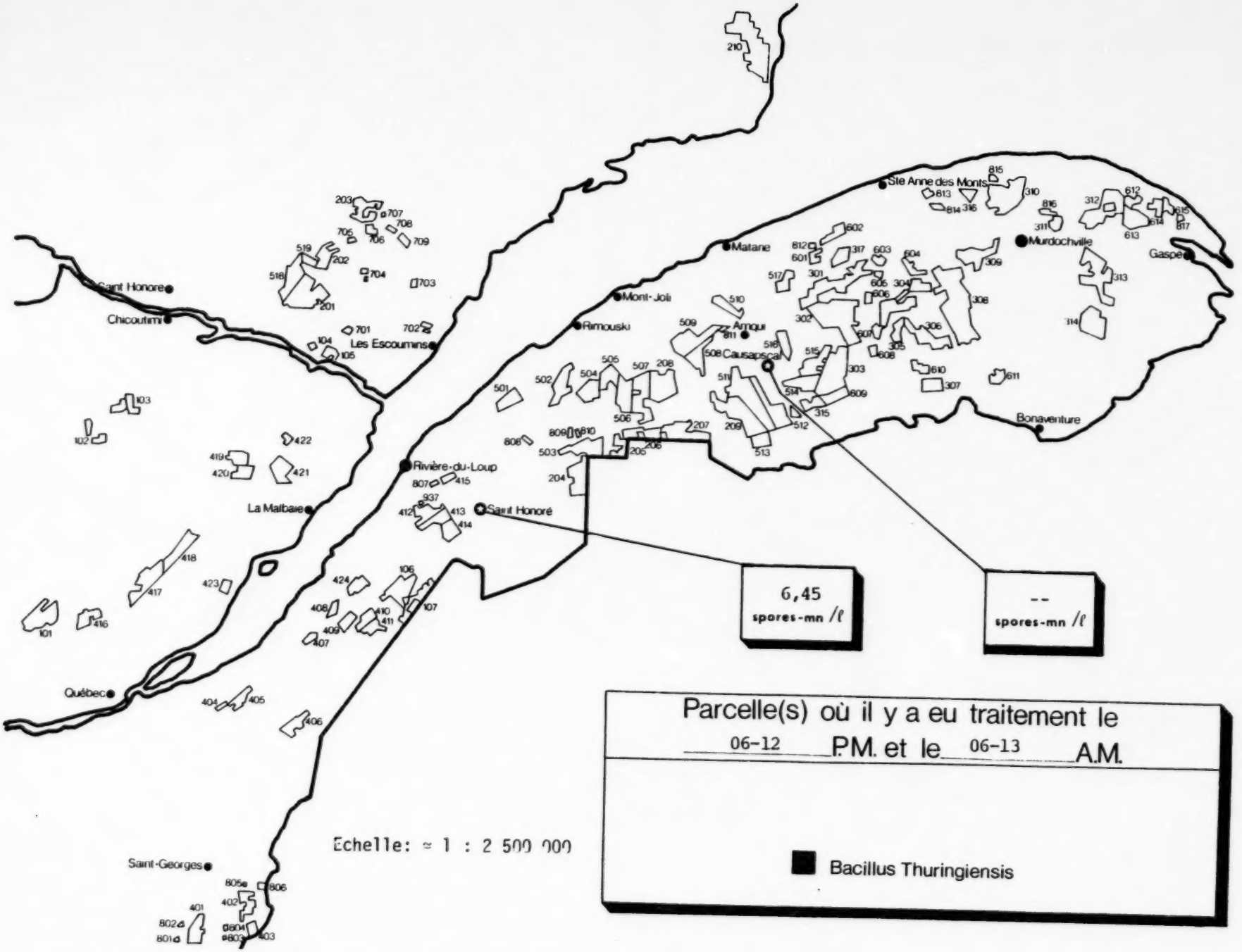
3. Stériliser cette dernière solution avant son utilisation.

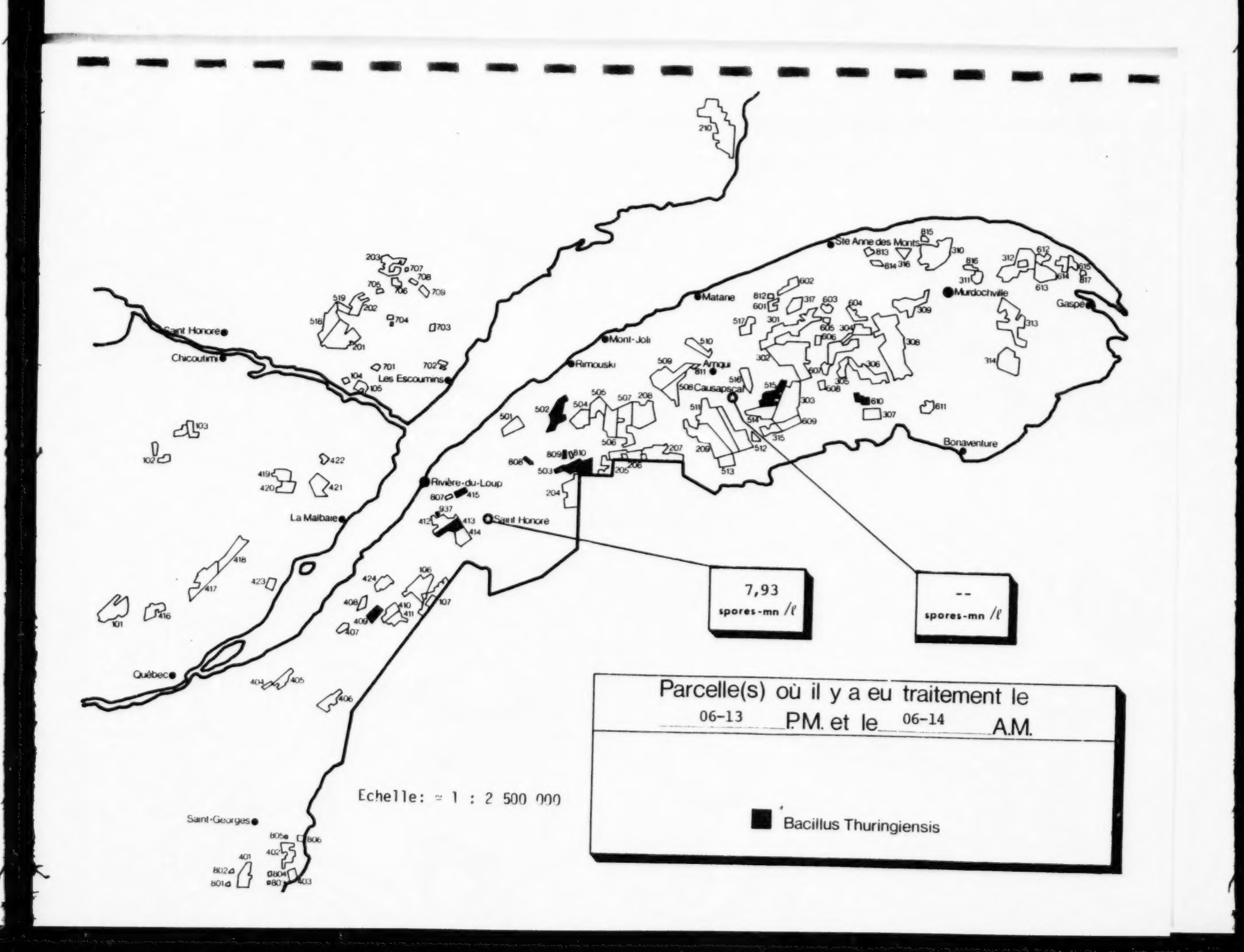
ANNEXE 2

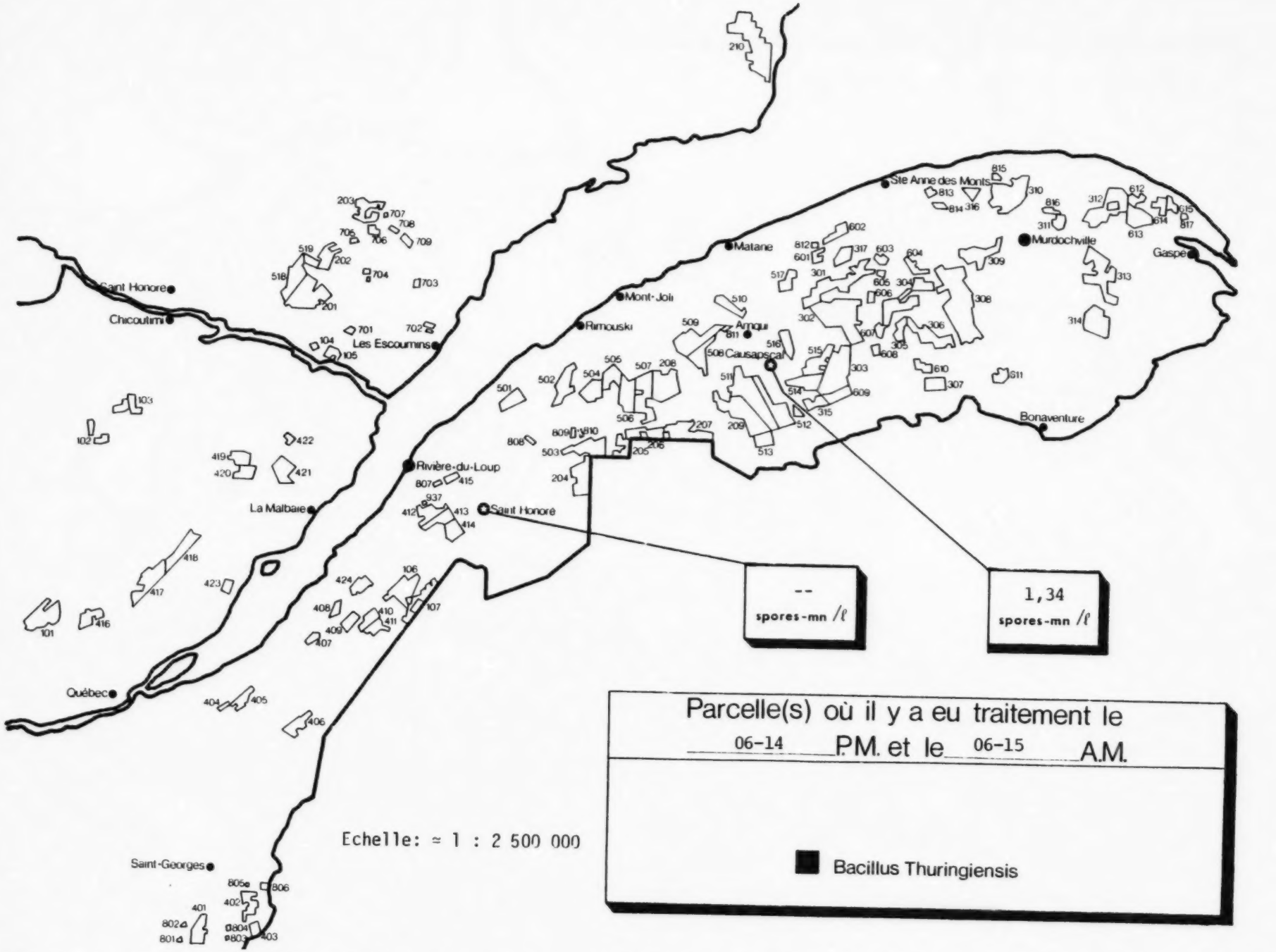
CONCENTRATIONS D'INSECTICIDES BIOLOGIQUES DETECTEES DANS CHAQUE ECHANTILLON VS PULVERISATIONS* PENDANT LA PERIODE D'ECHANTILLONNAGE.

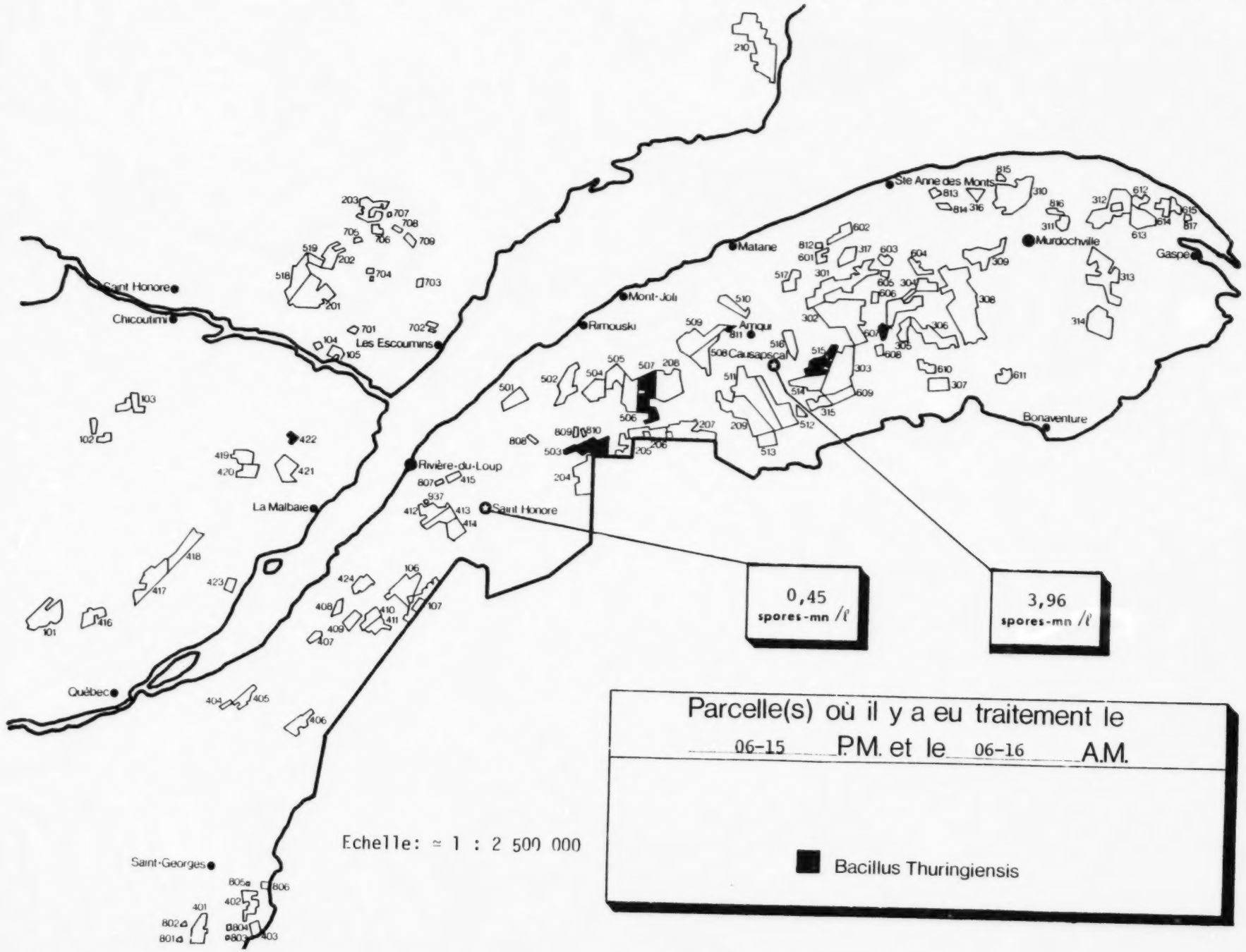
* Les parcelles tramées indiquent qu'il y a eu application d'insecticides biologiques dans celles-ci; l'application peut cependant ne couvrir qu'une partie de cette superficie.

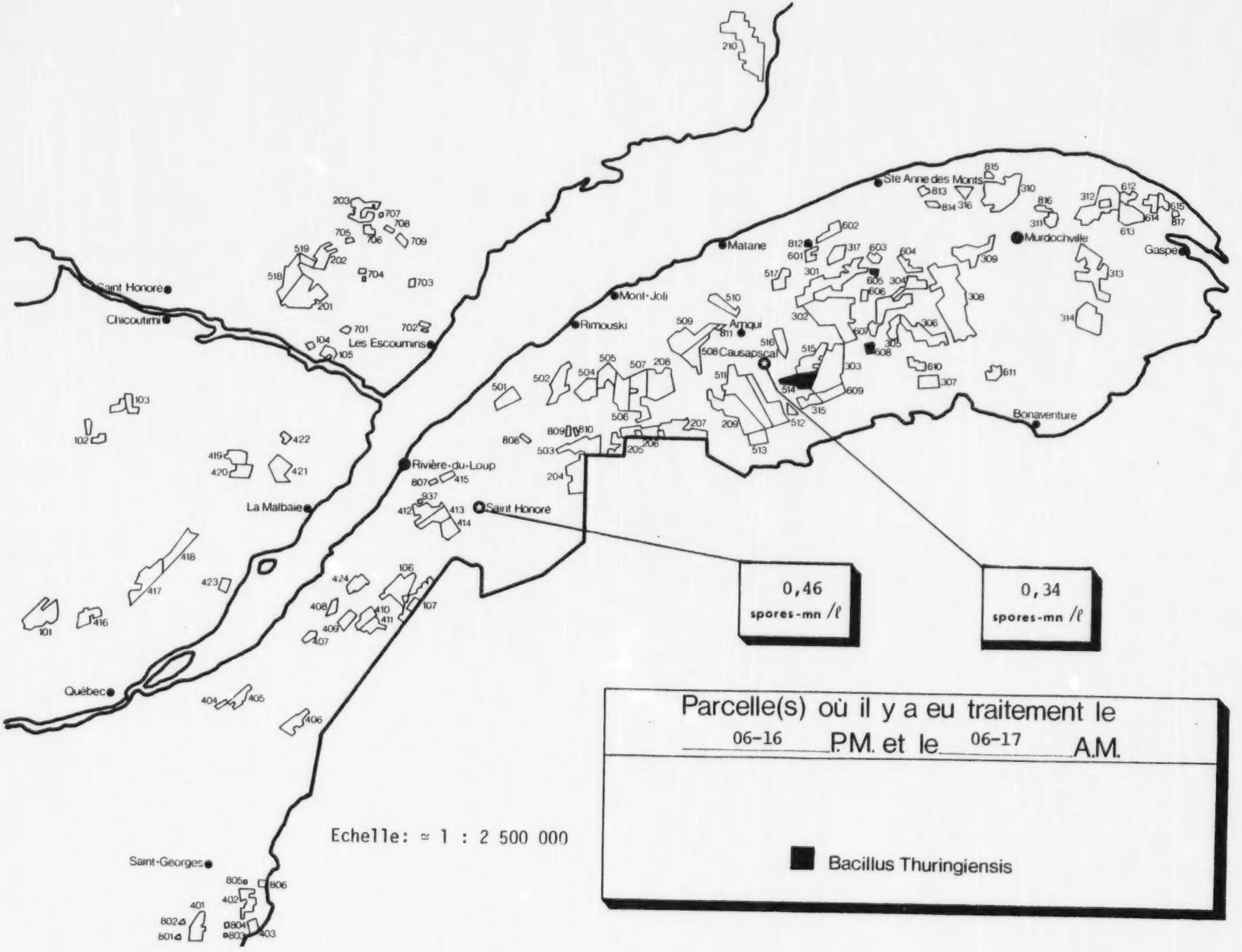

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
18,55
spores-mn /ℓ
--
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-11 P.M. et le 06-12 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000

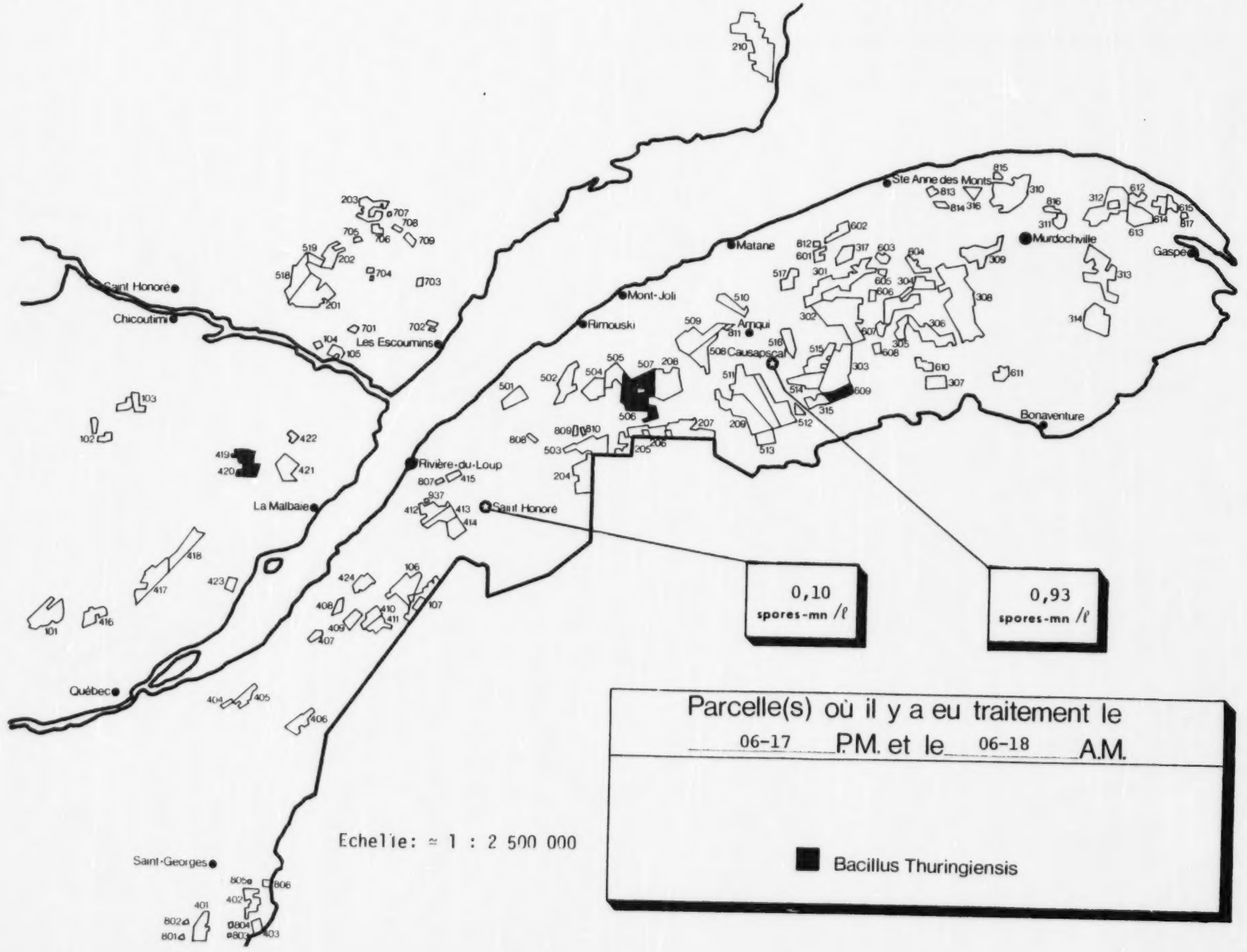

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Bonaventure
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Rivière-du-Loup
Saint Honoré
La Malbaie
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Québec
Saint-Georges
6,45
spores-mn /ℓ
--
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-12 P.M. et le 06-13 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000

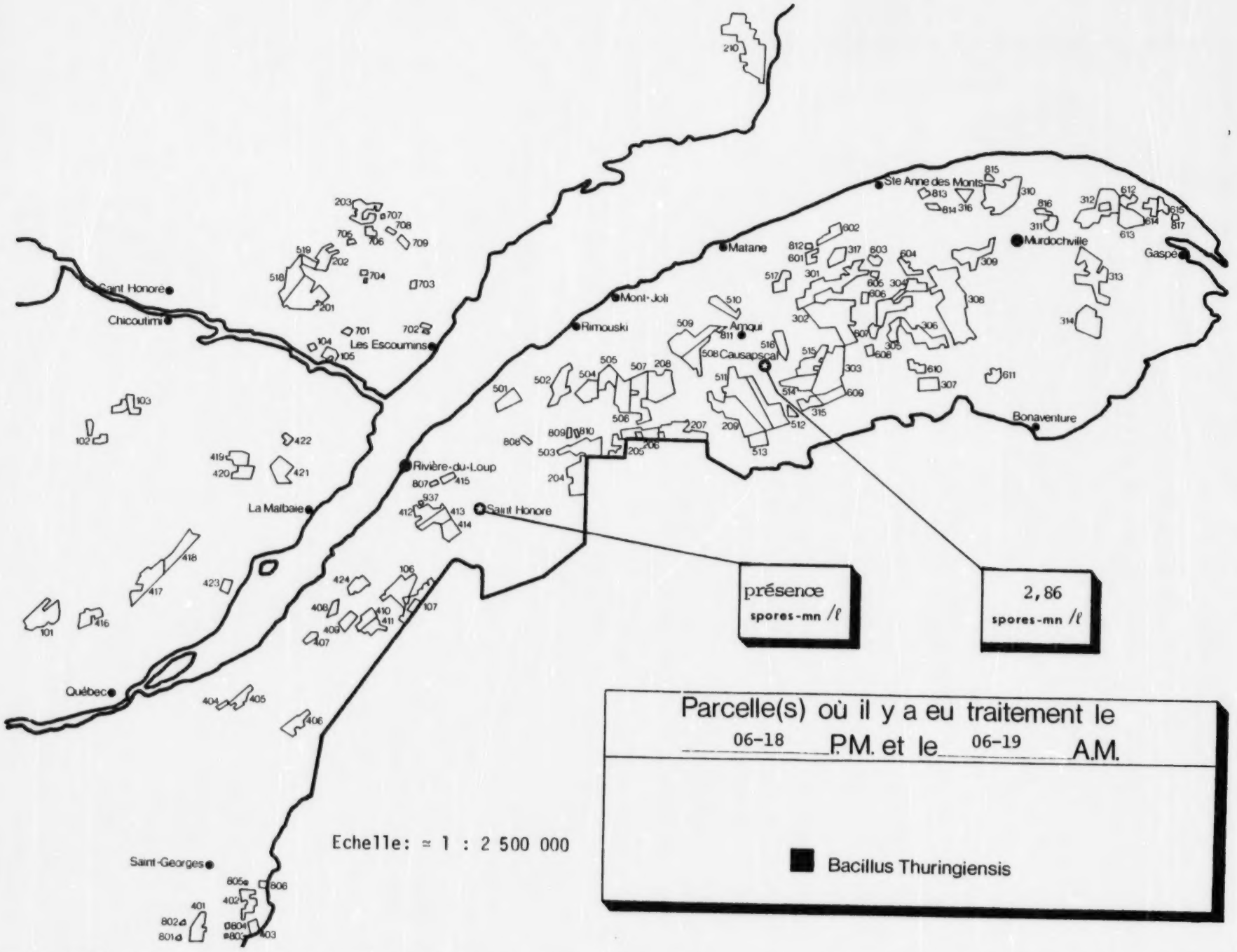

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Sant Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
La Malbaie
Rivière-du-Loup
Saint Honoré
Québec
Saint-Georges
7,93
spores-mn /ℓ
--
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-13 P.M. et le 06-14 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000

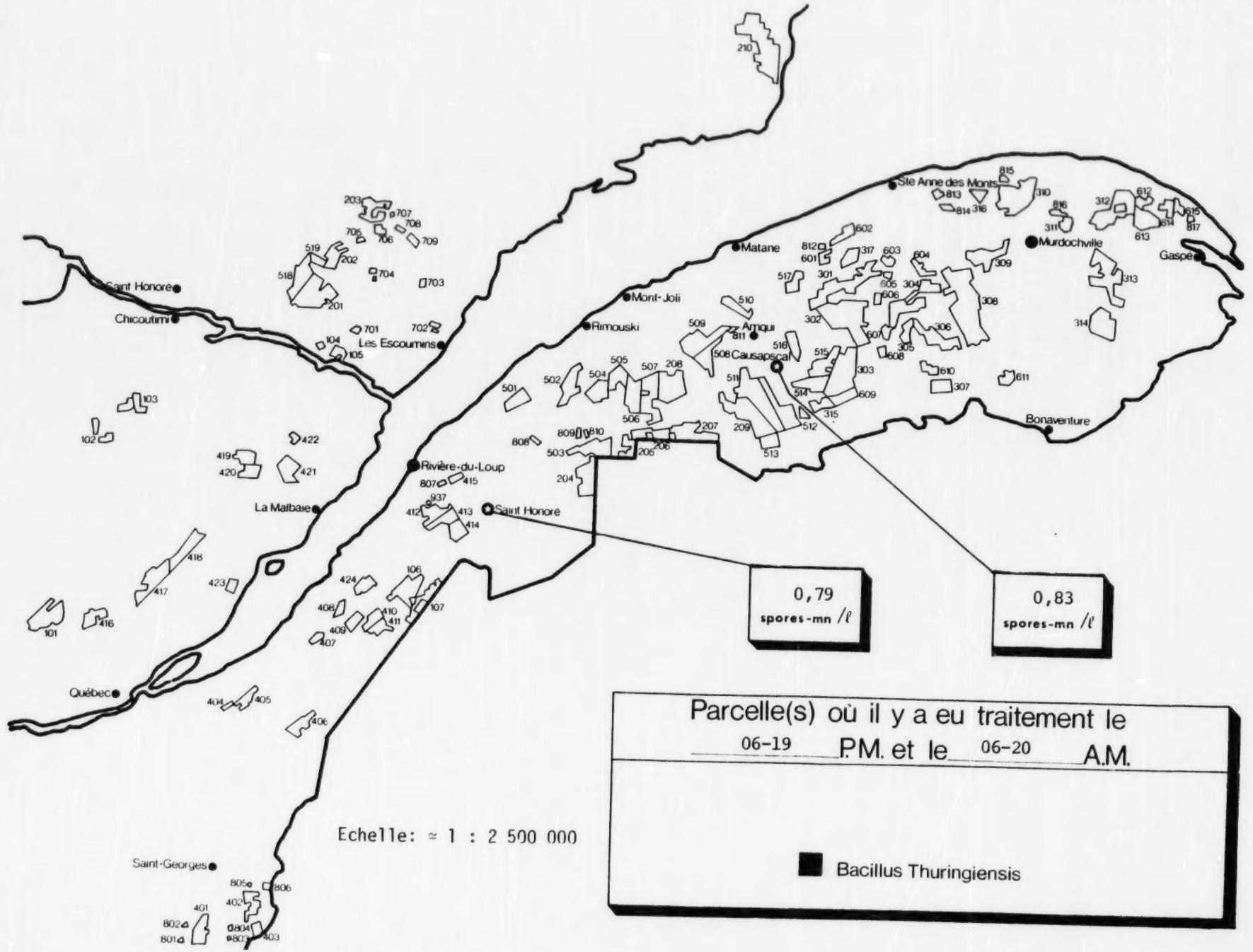

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Sant Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Rivière-du-Loup
Saint Honoré
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
--
spores-mn /ℓ
1,34
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-14 P.M. et le 06-15 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000

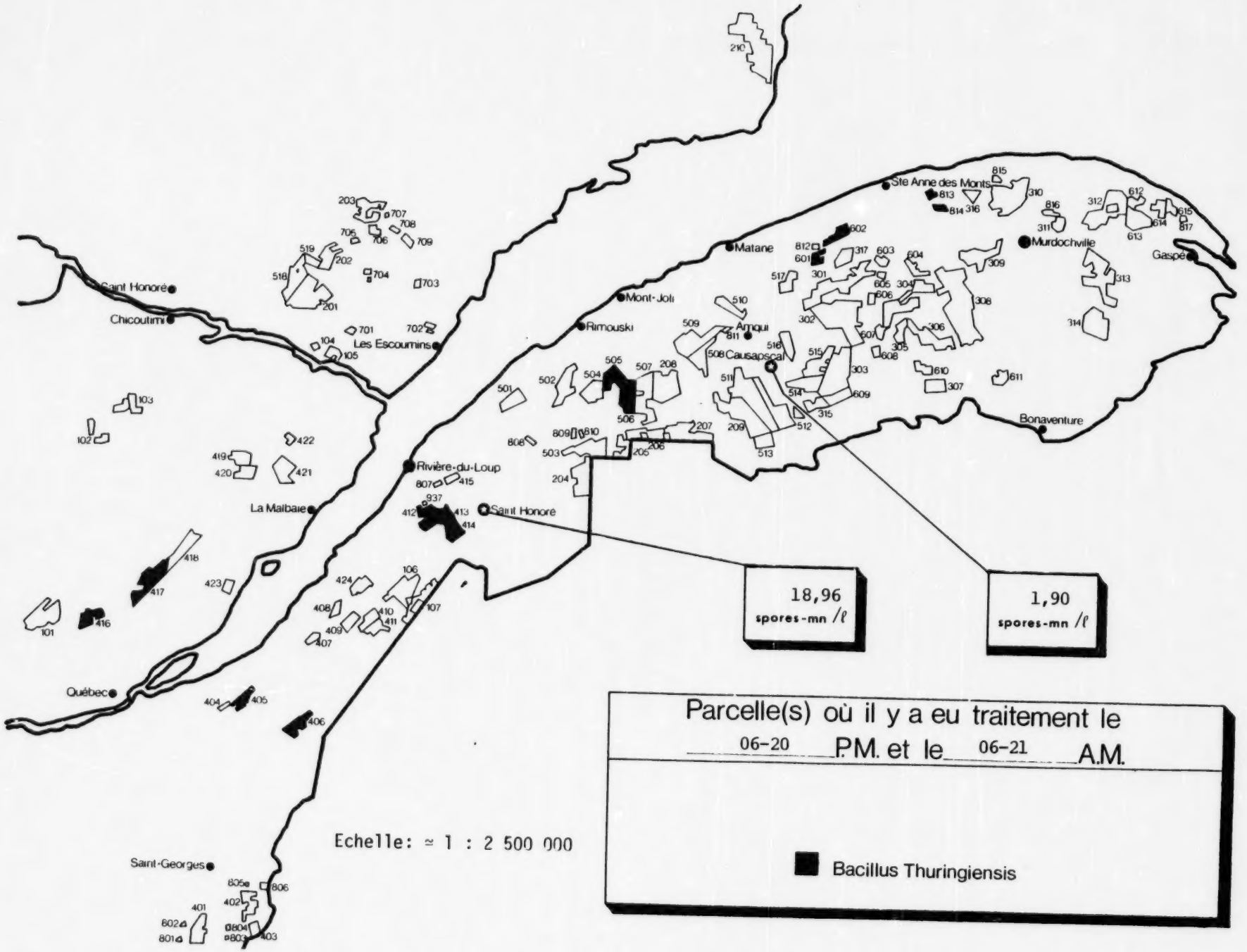

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Les Escoumins
Chicoutimi
Saint Honore
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
Bonaventure
0,45
spores-mn /ℓ
3,96
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-15 P.M. et le 06-16 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000

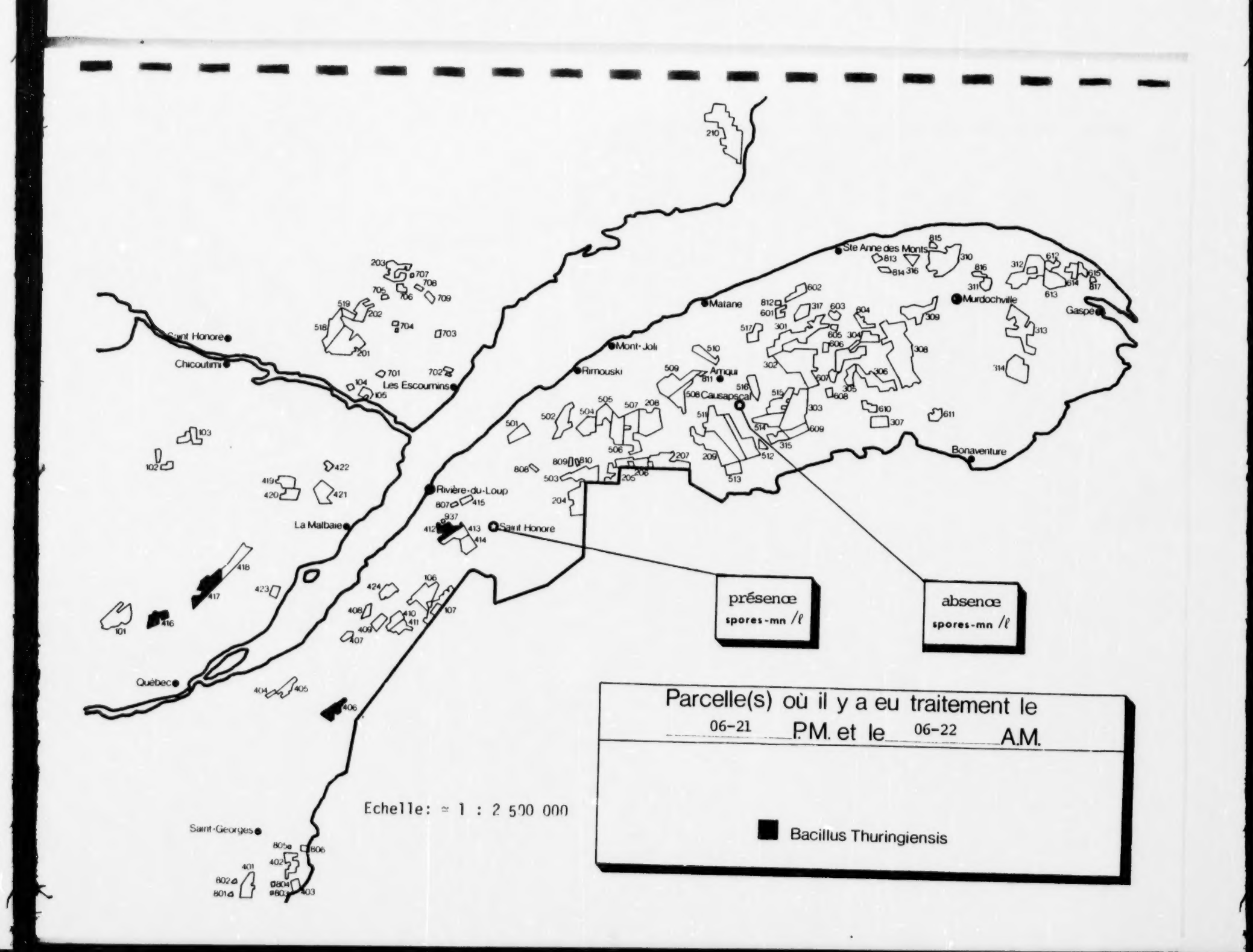

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Saint Honoré
Québec
Saint-Georges
0,46
spores-mn /ℓ
0,34
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-16 P.M. et le 06-17 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≃ 1 : 2 500 000

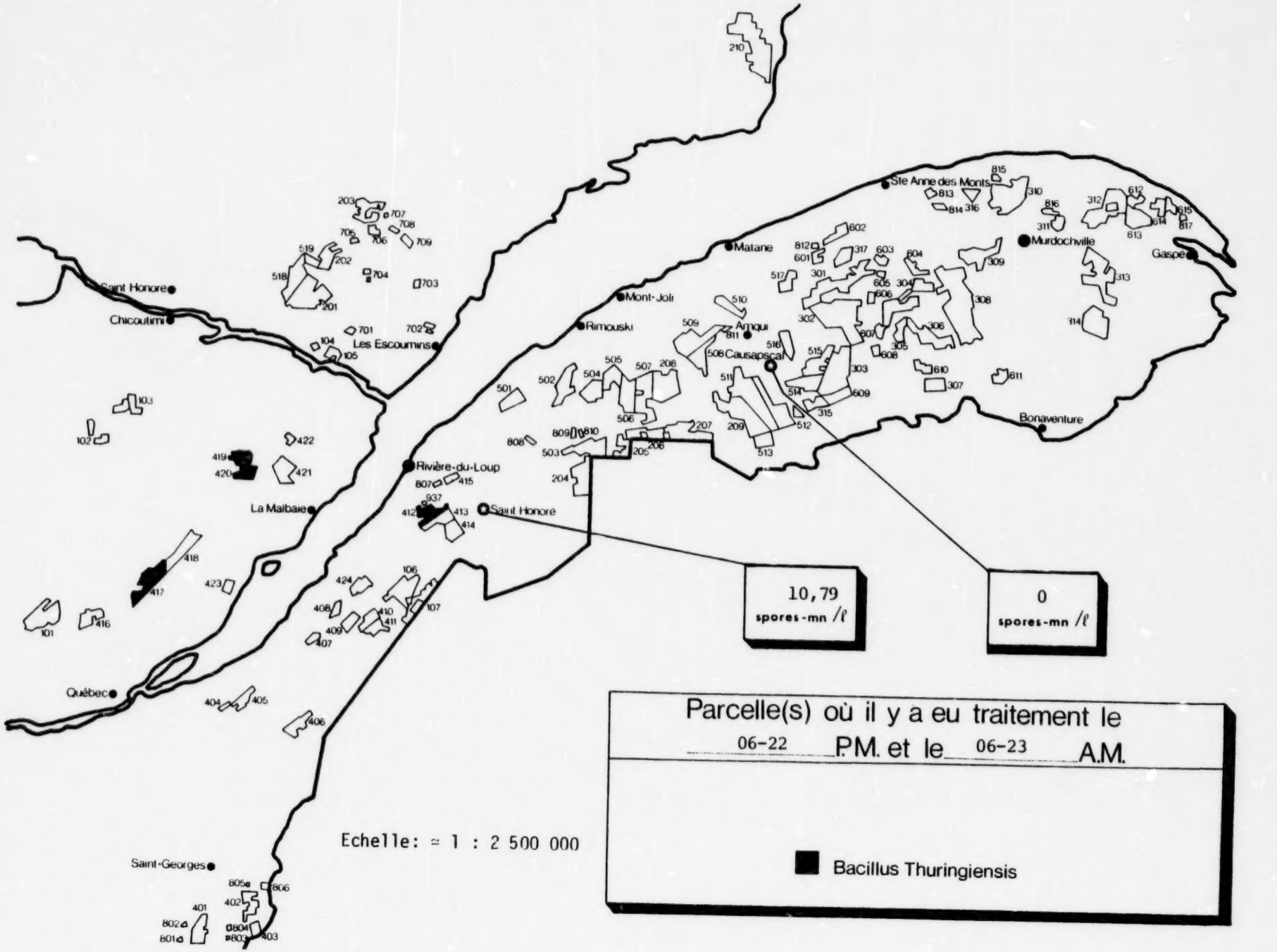

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
Saint Honoré
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
0,10
spores-mn /ℓ
0,93
spores-mn /ℓ
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-17 P.M. et le 06-18 A.M.
Bacillus Thuringiensis

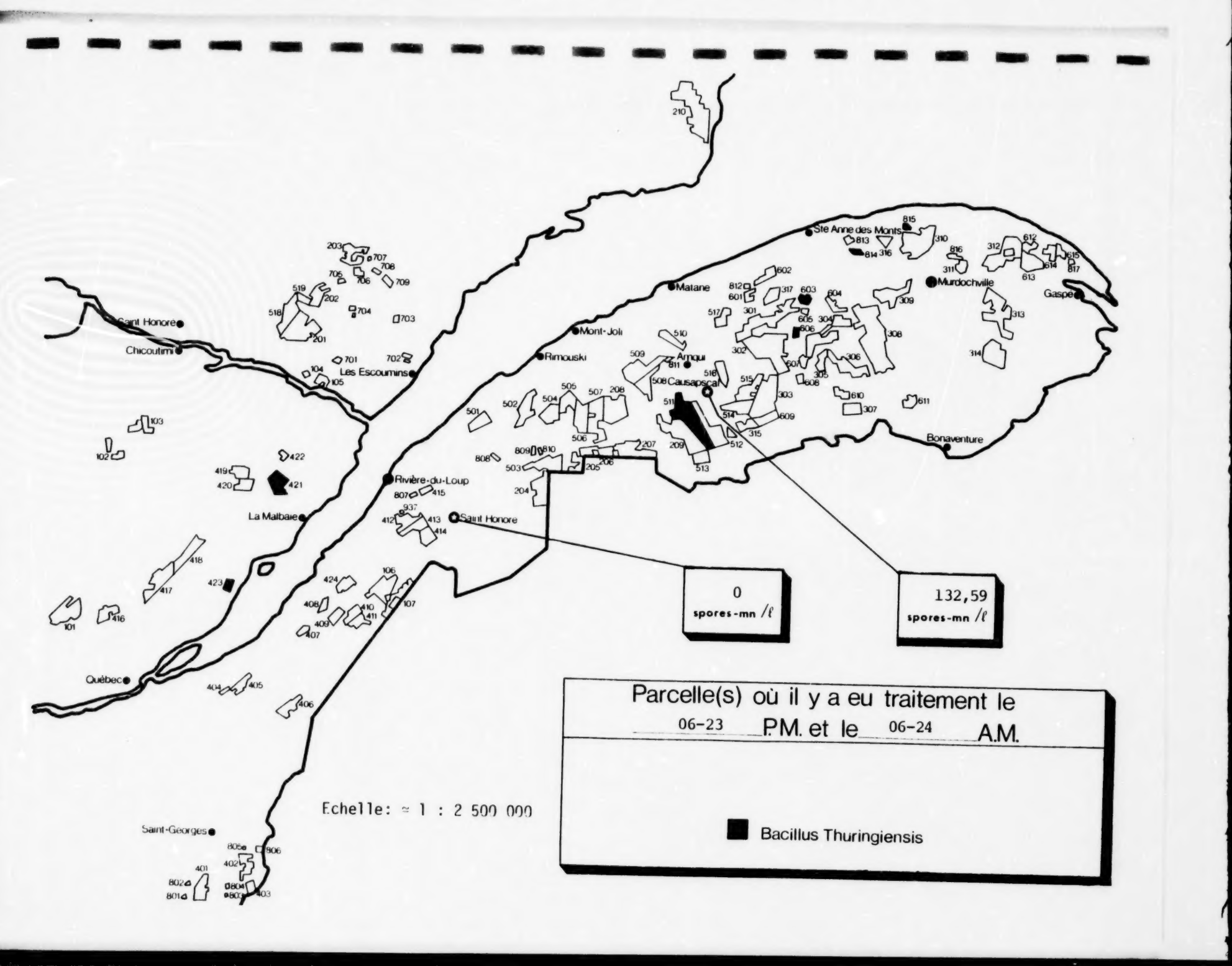

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Saint Honore
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Saint Honore
Québec
Saint-Georges
présence
spores-mn /ℓ
2,86
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-18 P.M. et le 06-19 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≃ 1 : 2 500 000

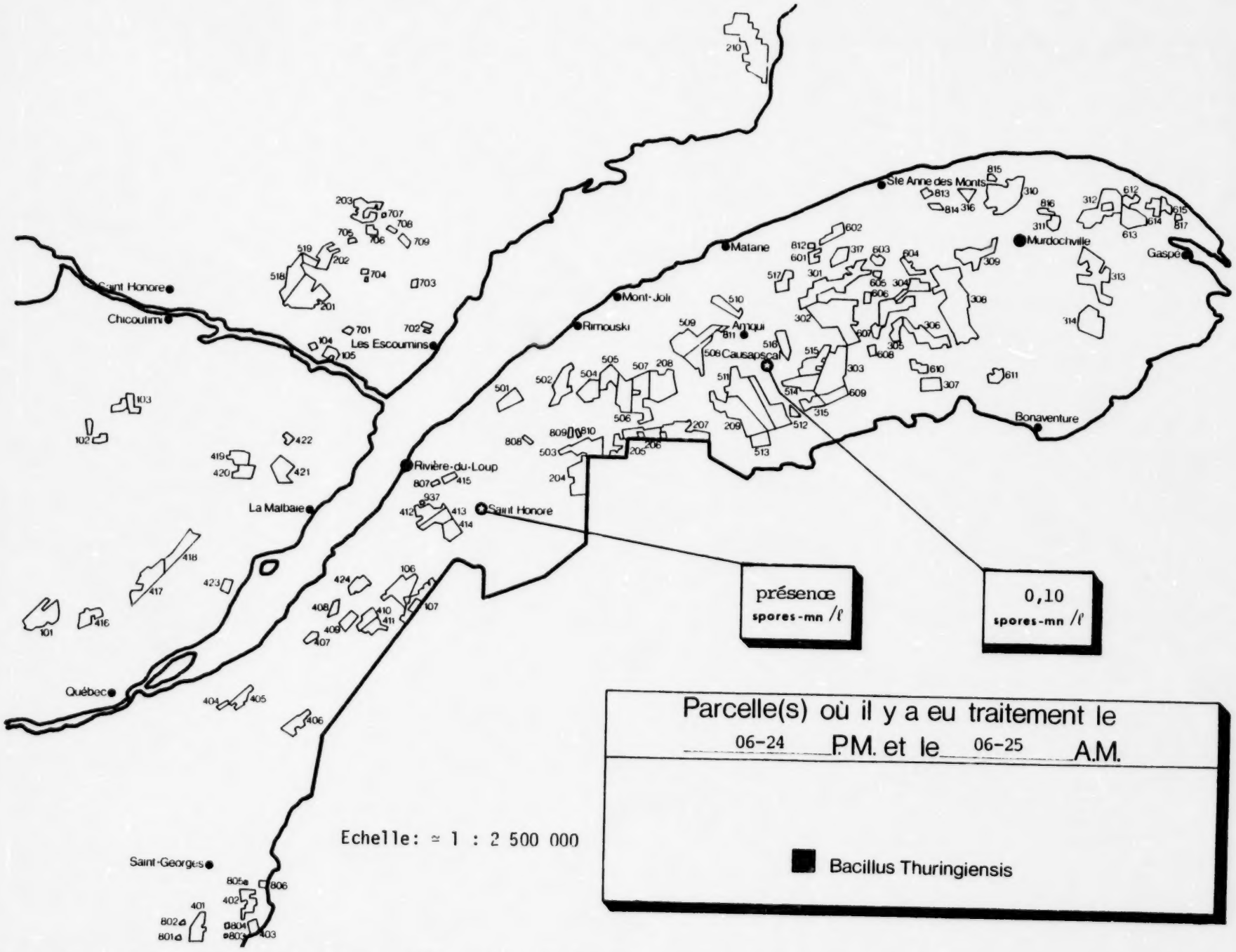

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspe
Saint Honore
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
Saint Honoré
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
0,79
spores-mn /ℓ
0,83
spores-mn /ℓ
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-19 P.M. et le 06-20 A.M.
Bacillus Thuringiensis

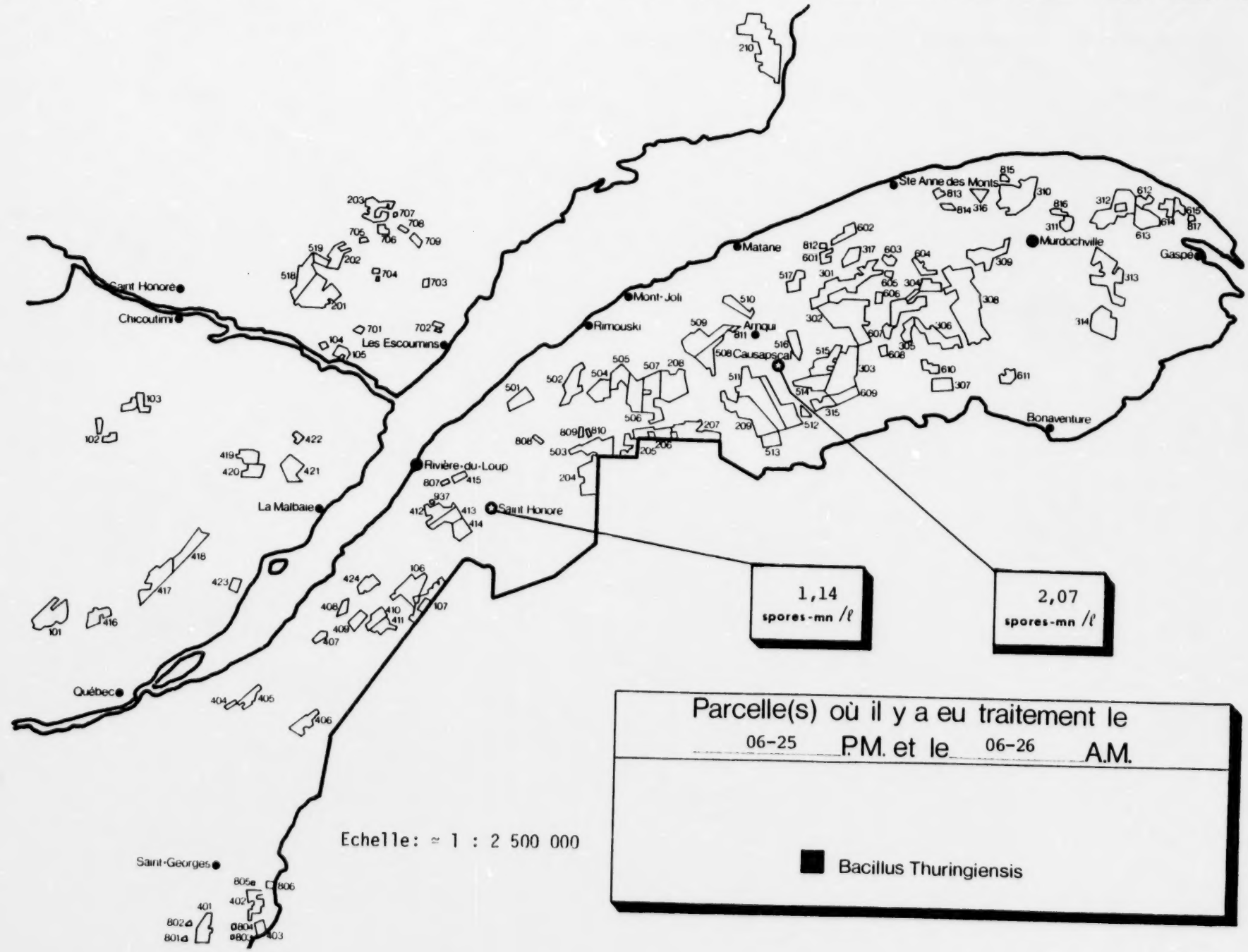

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
Saint Honoré
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
18,96
spores-mn /ℓ
1,90
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-20 P.M. et le 06-21 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≃ 1 : 2 500 000

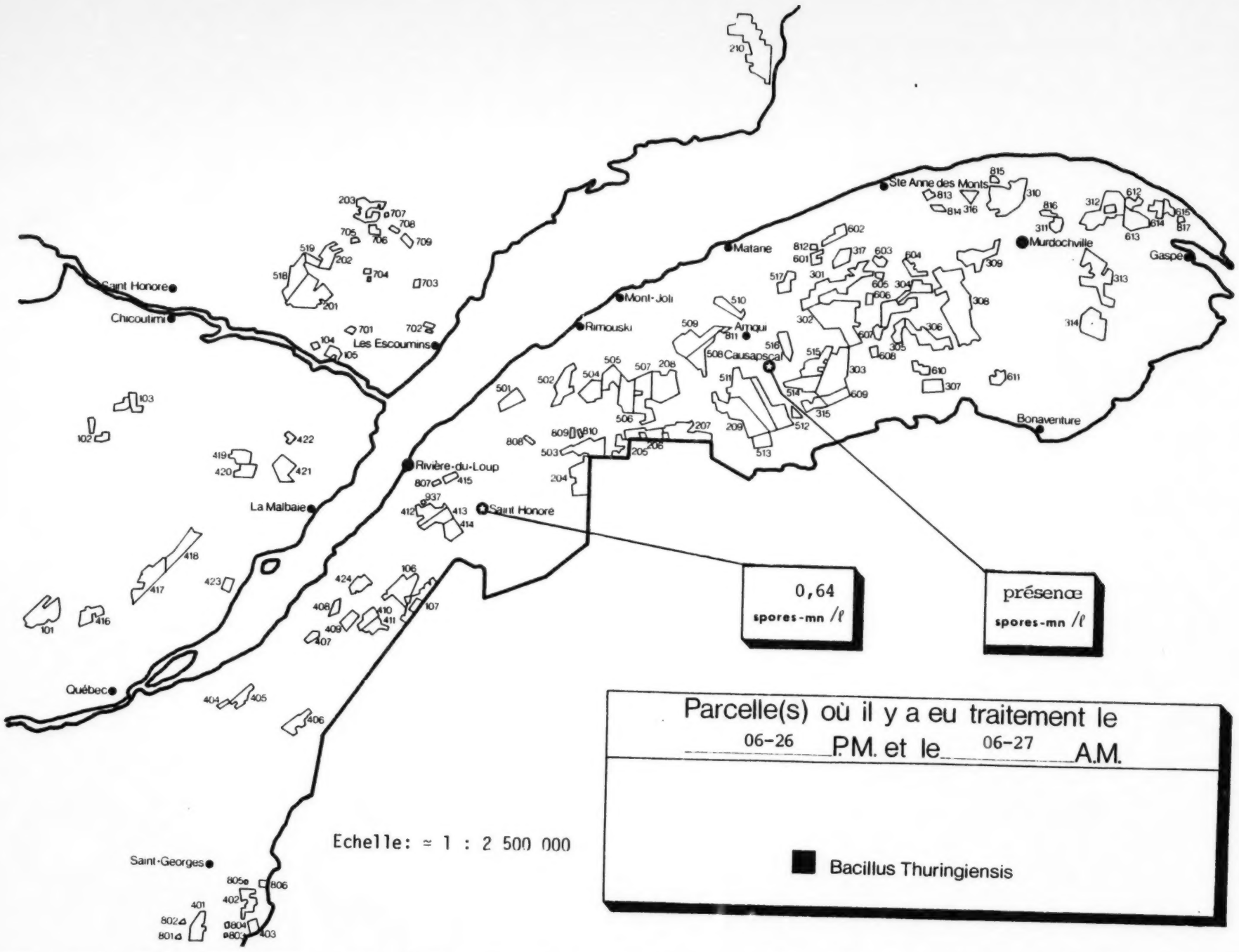

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Saint Honore
Chicoutimi
Les Escoumins
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
présence
spores-mn /ℓ
absence
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-21 P.M. et le 06-22 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≃ 1 : 2 500 000

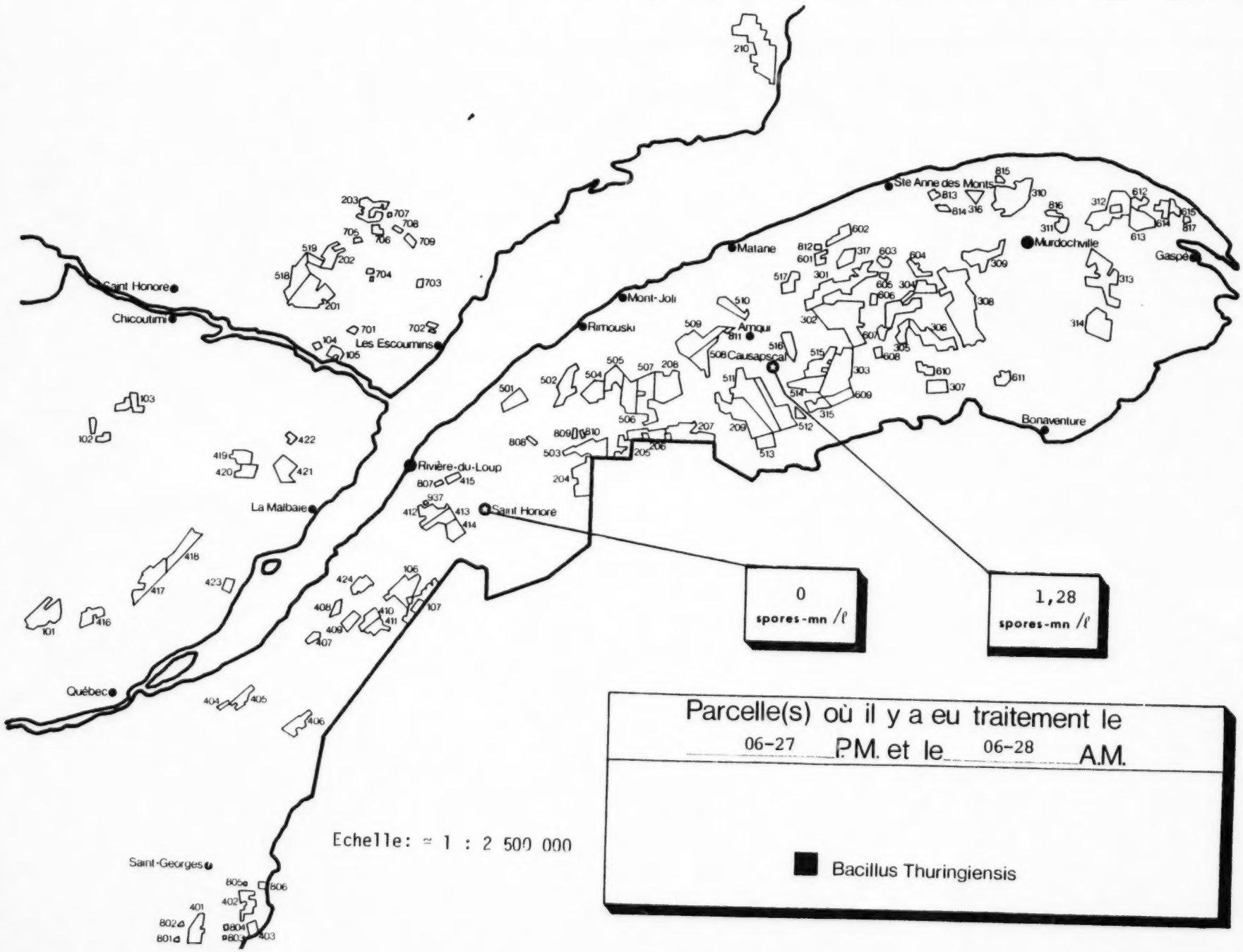

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Les Escoumins
Chicoutimi
Saint Honoré
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
Bonaventure
10,79
spores-mn /ℓ
0
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-22 P.M. et le 06-23 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000

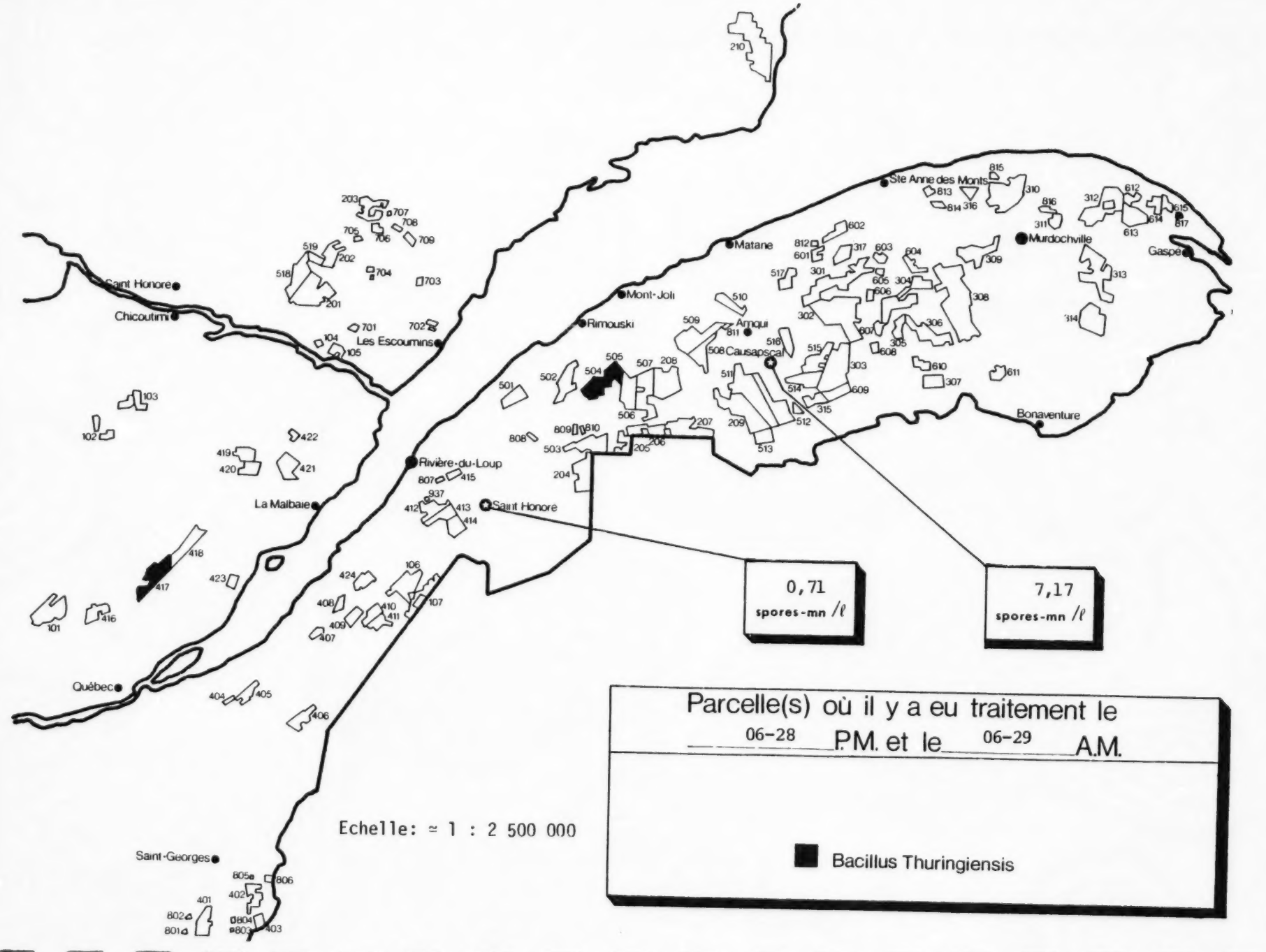

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
Saint Honoré
La Malbaie
Sant Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Québec
Saint-Georges
0
spores-mn /ℓ
132,59
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-23 P.M. et le 06-24 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000

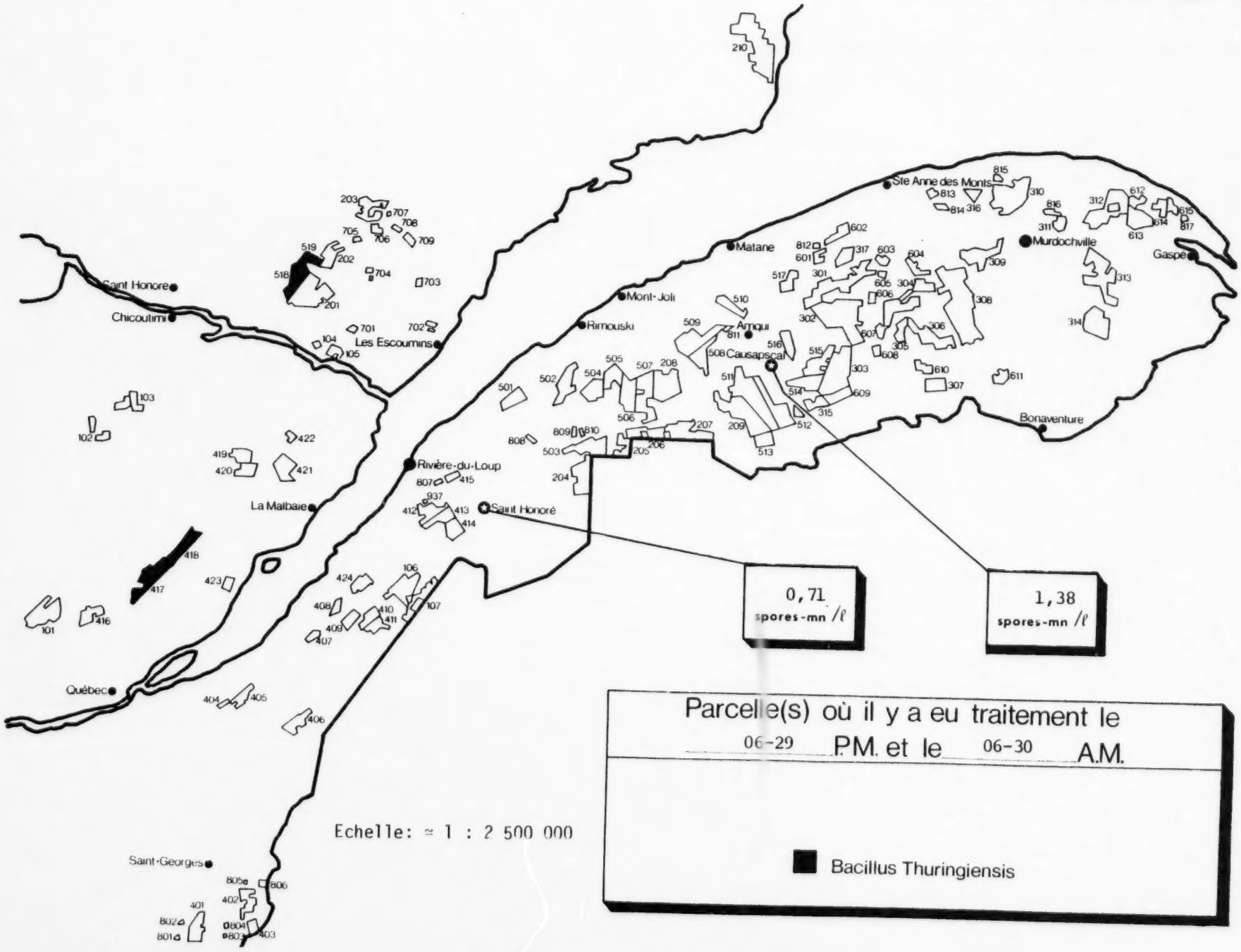

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
Saint Honoré
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
présence
spores-mn /ℓ
0,10
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-24 P.M. et le 06-25 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≃ 1 : 2 500 000

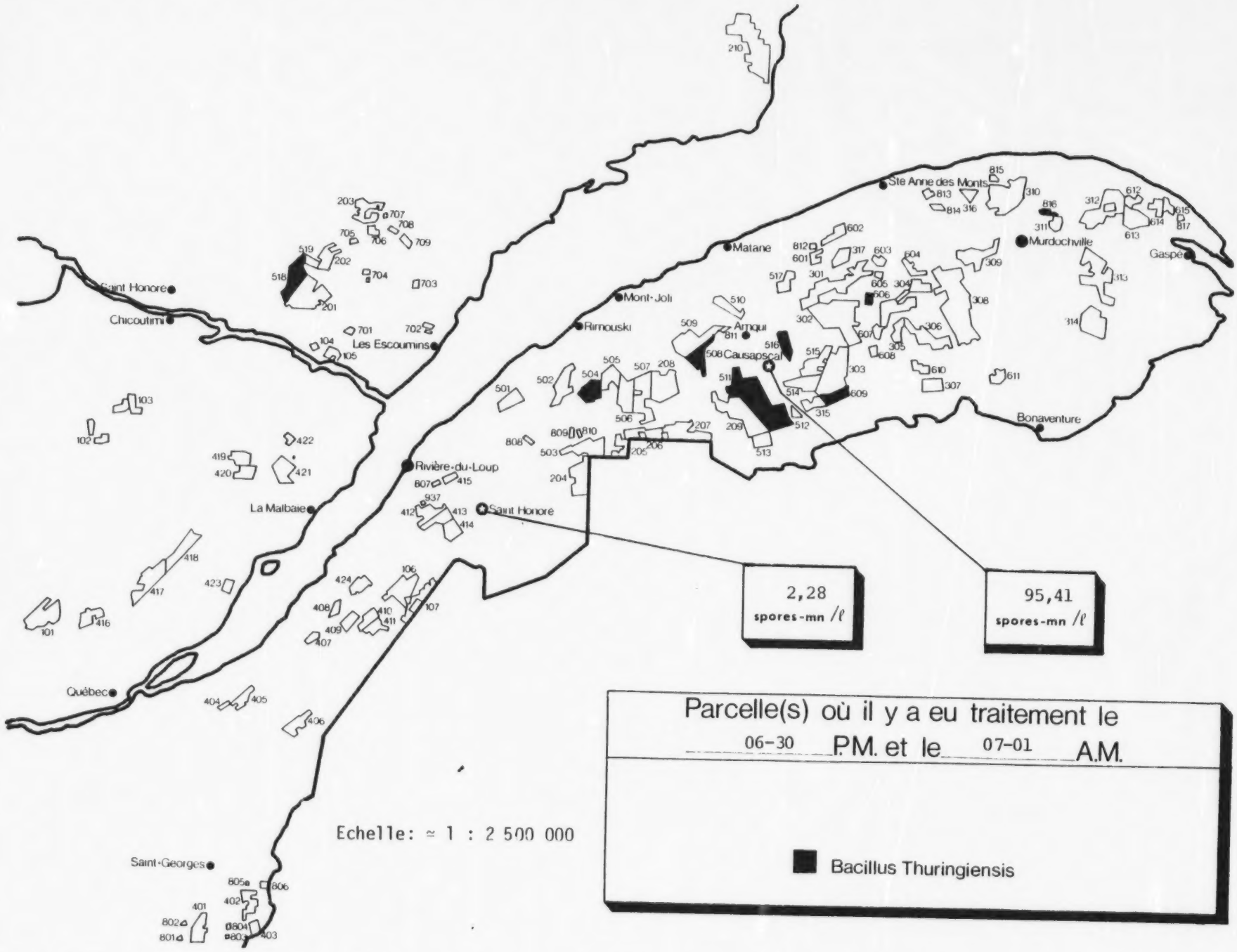

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Sant Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Rivière-du-Loup
Saint Honoré
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
1,14
spores-mn /ℓ
2,07
spores-mn /ℓ
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-25 P.M. et le 06-26 A.M.
Bacillus Thuringiensis

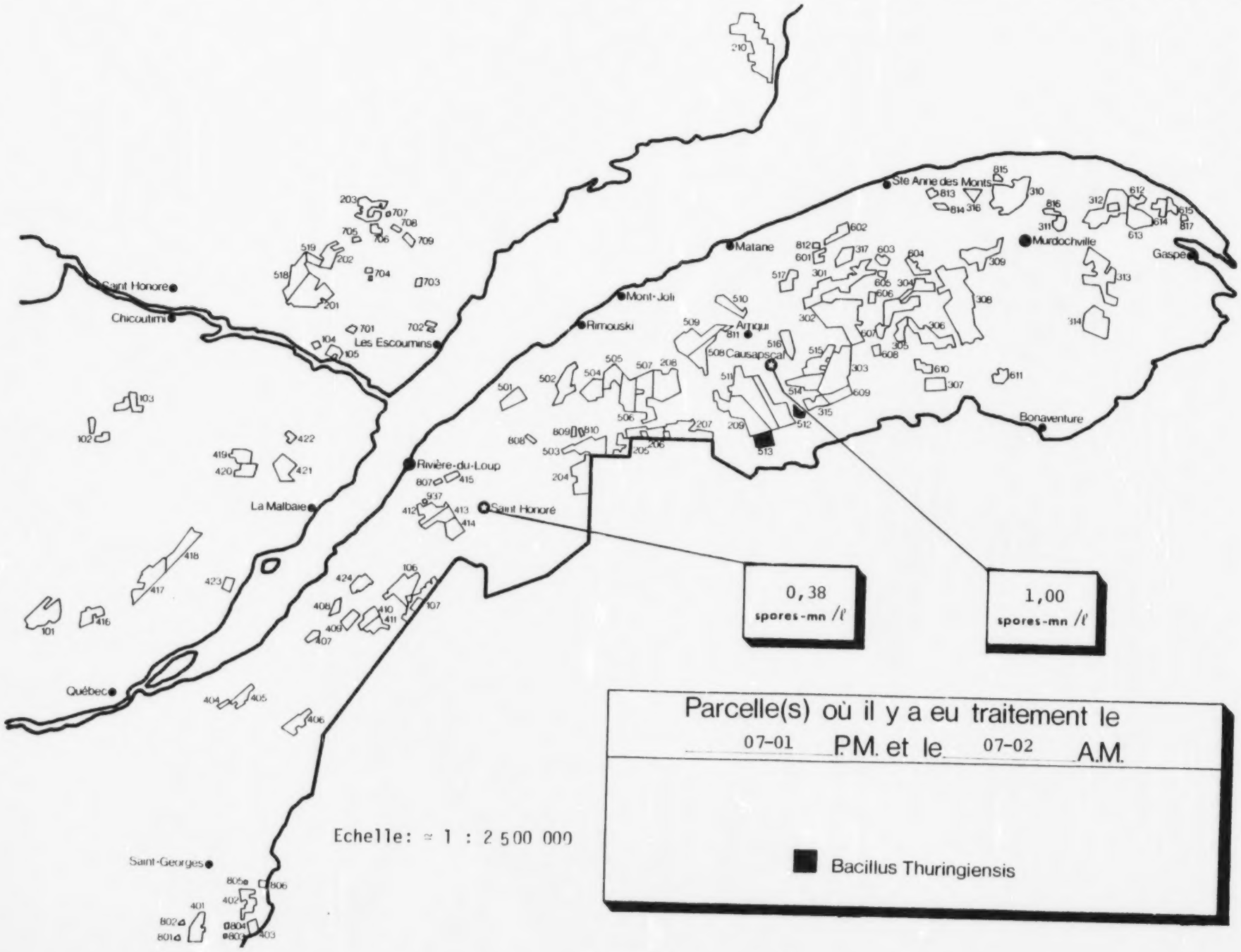

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
0,64
spores-mn /ℓ
présence
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-26 P.M. et le 06-27 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000

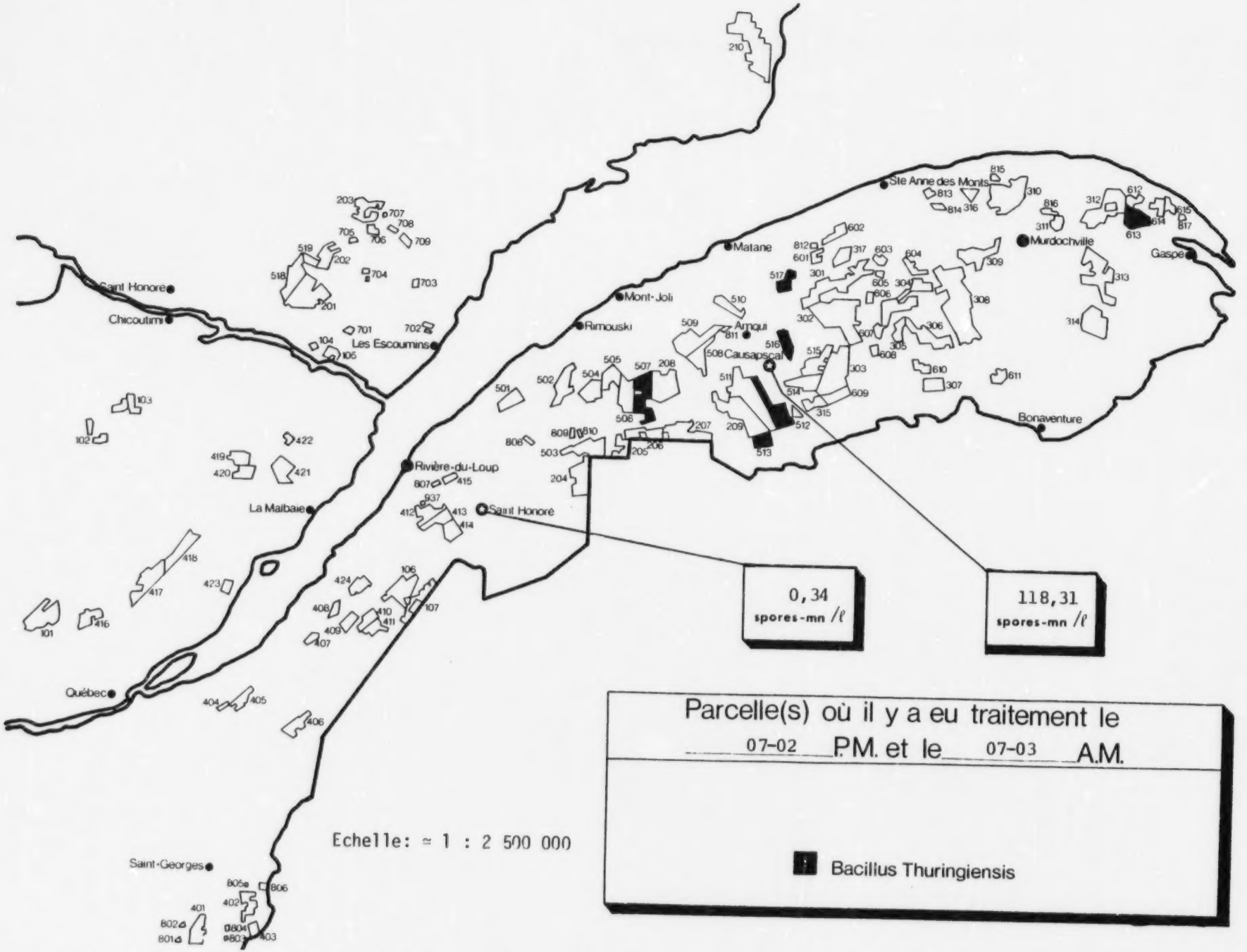

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Saint Honoré
Québec
Saint-Georges
0
spores-mn /ℓ
1,28
spores-mn /ℓ
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-27 P.M. et le 06-28 A.M.
Bacillus Thuringiensis

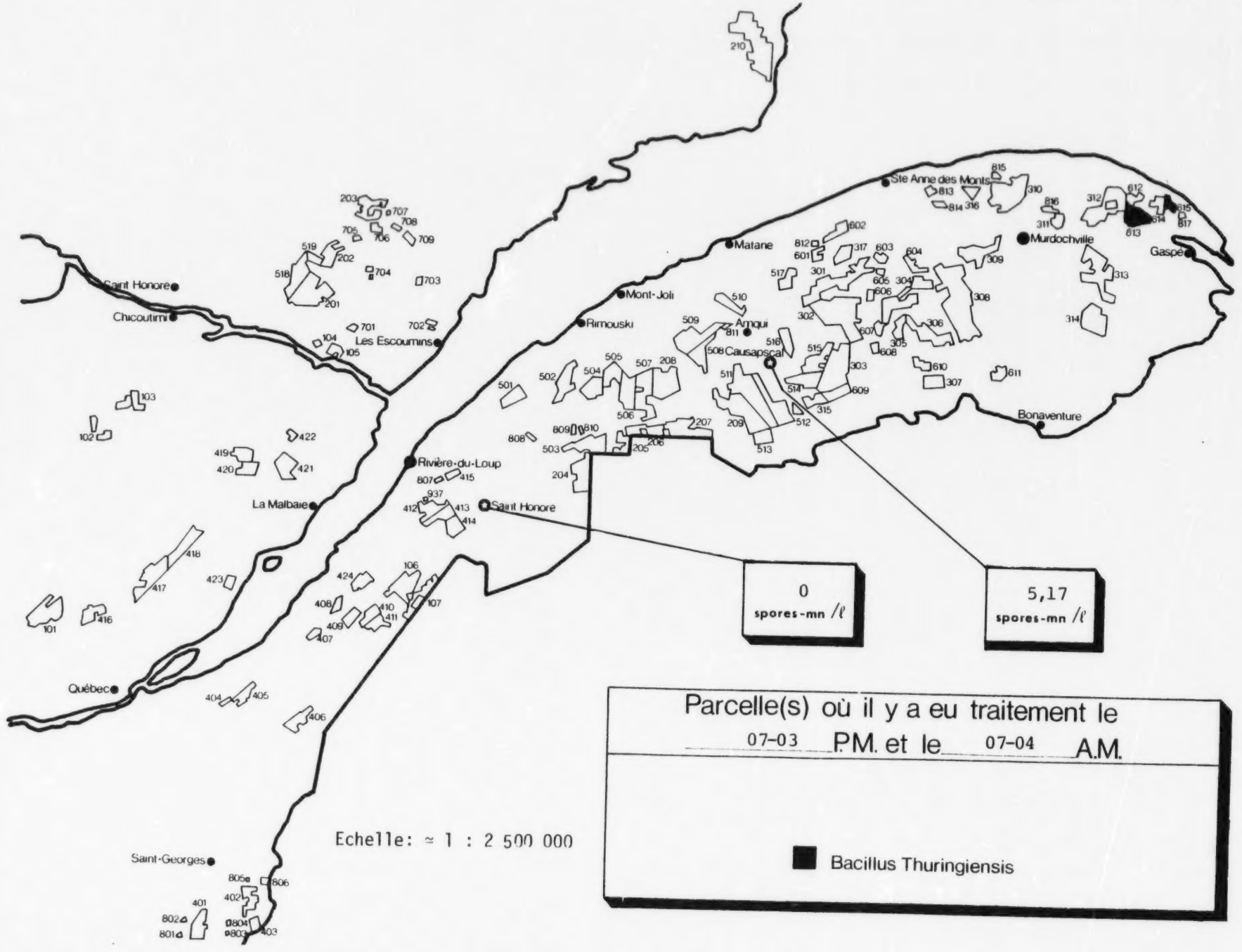

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspe
Saint Honore
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
Saint Honore
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
0,71
spores-mn /ℓ
7,17
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-28 P.M. et le 06-29 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≃ 1 : 2 500 000

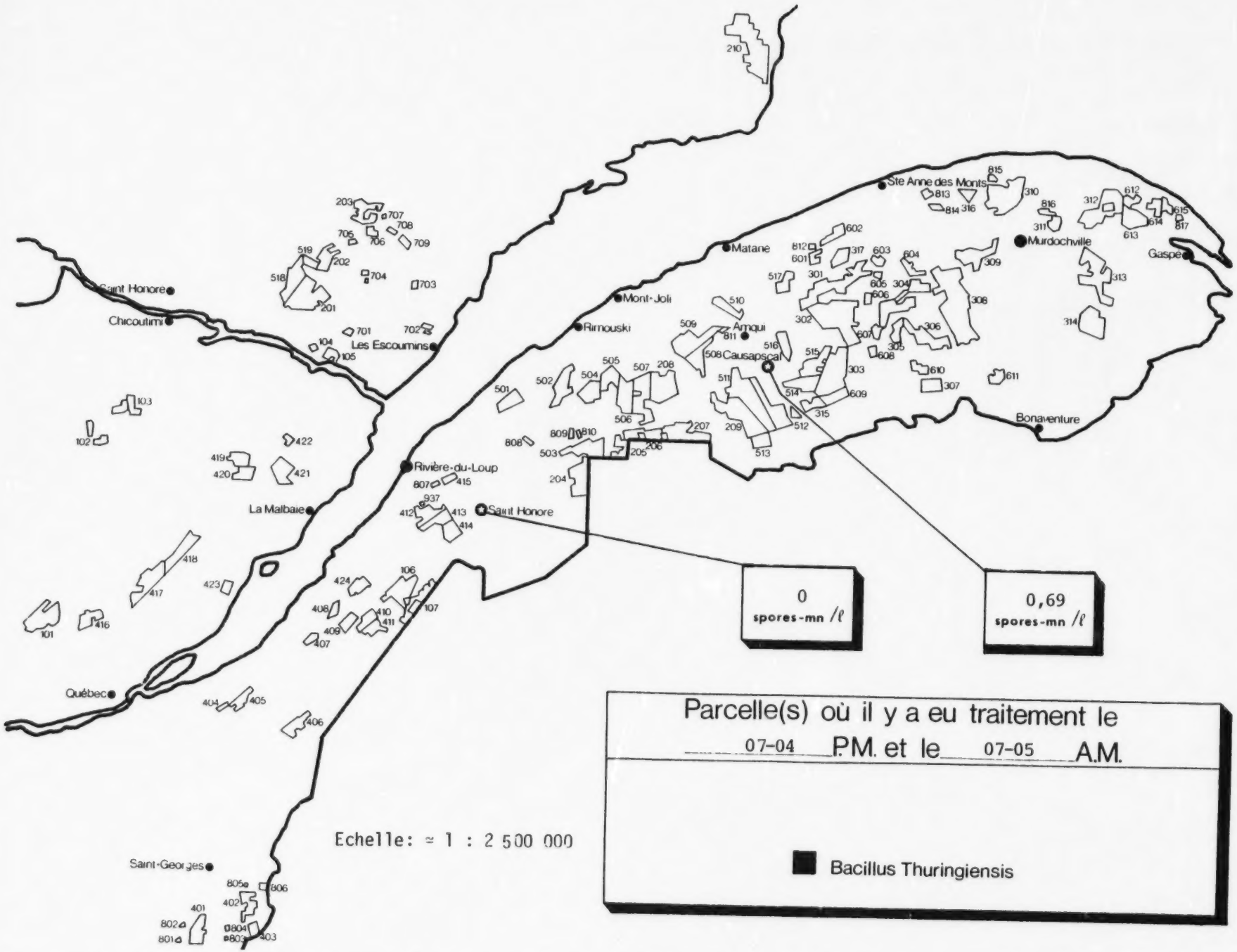

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspe
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
Saint Honoré
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
0,71
spores-mn /ℓ
1,38
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-29 P.M. et le 06-30 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≃ 1 : 2 500 000

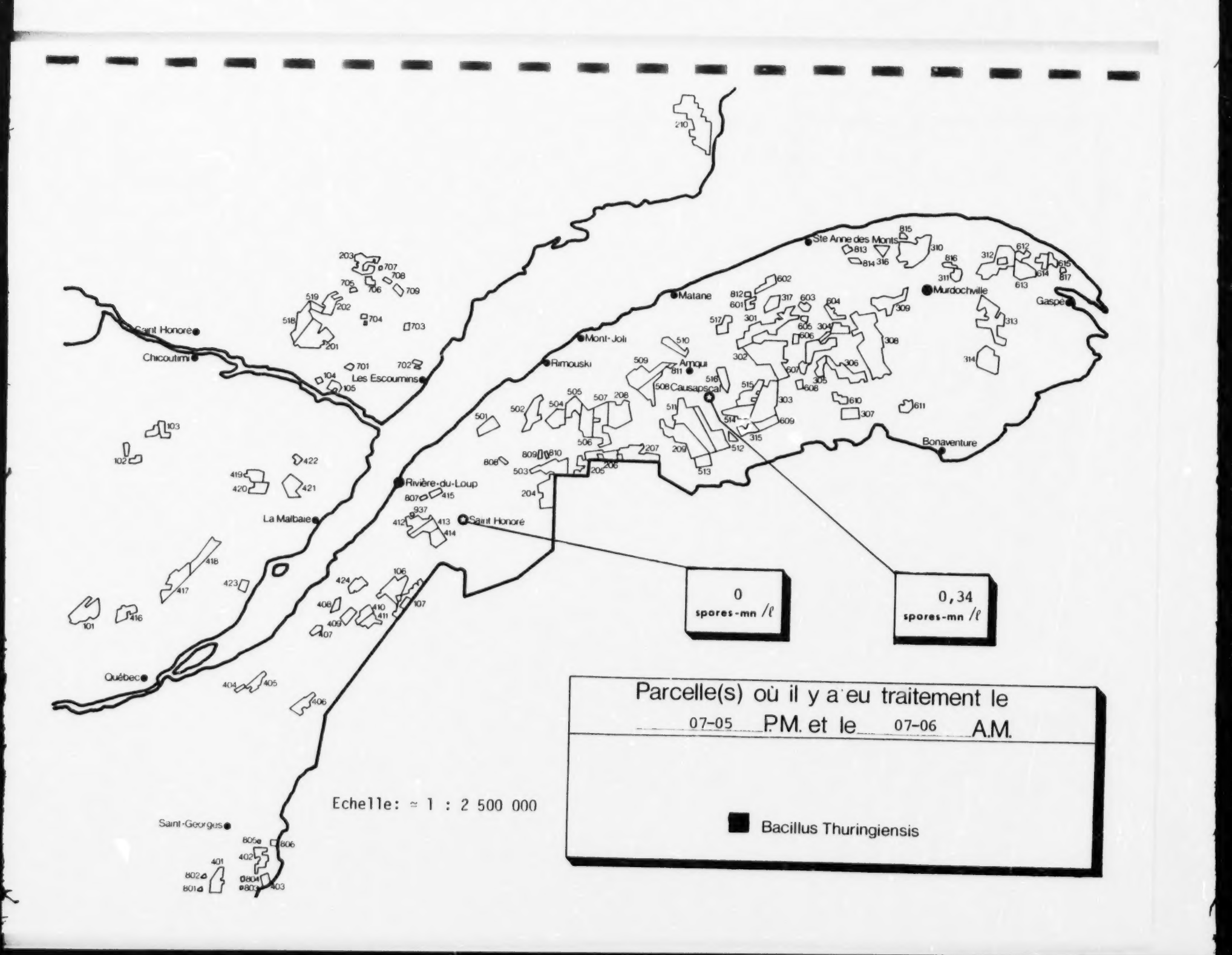

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Saint Honoré
Québec
Saint-Georges
2,28
spores-mn /ℓ
95,41
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
06-30 P.M. et le 07-01 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000

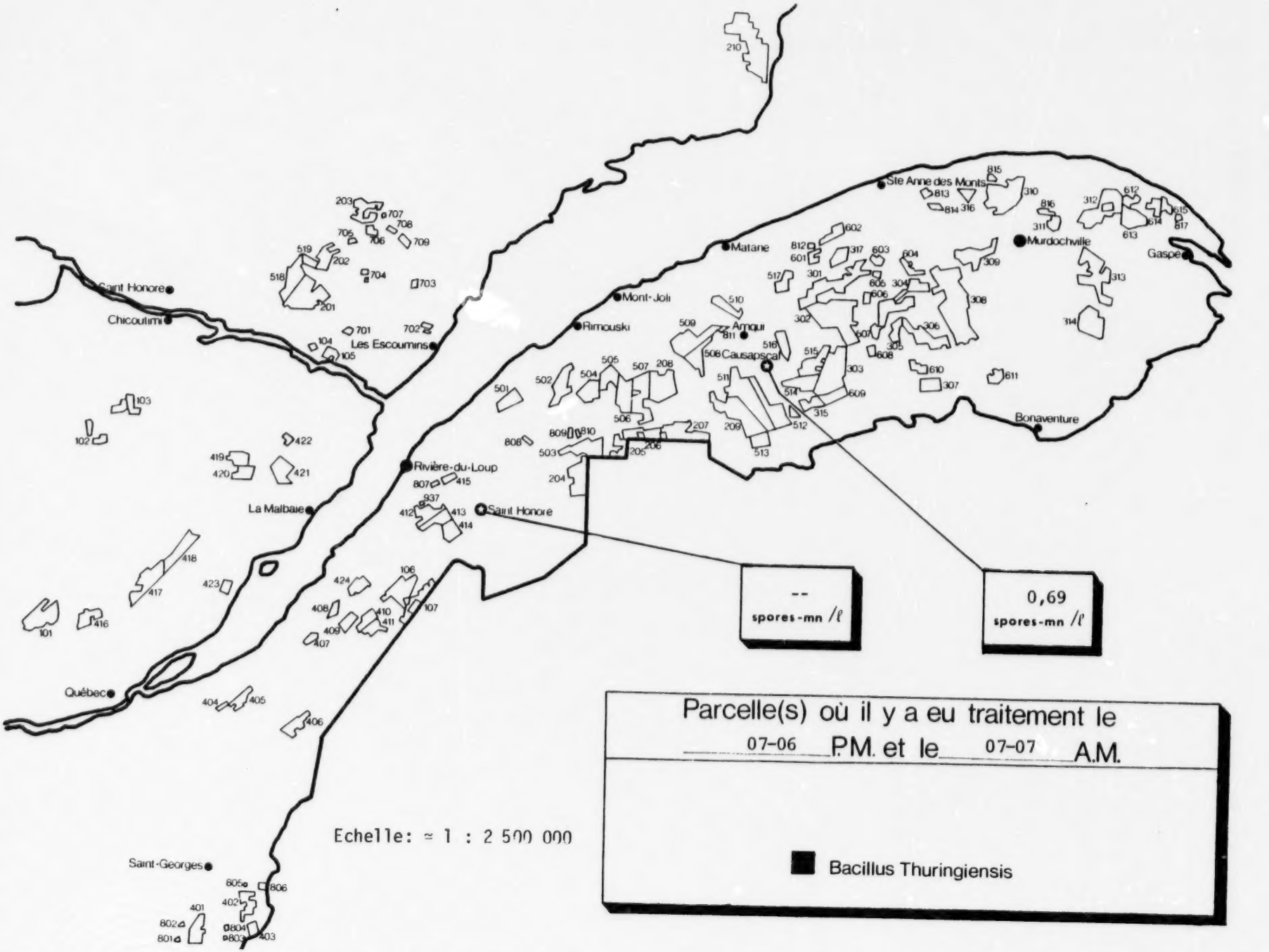

Ste Annie des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
Saint Honoré
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
0,38
spores-mn /ℓ
1,00
spores-mn /ℓ
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
07-01 P.M. et le 07-02 A.M.
Bacillus Thuringiensis

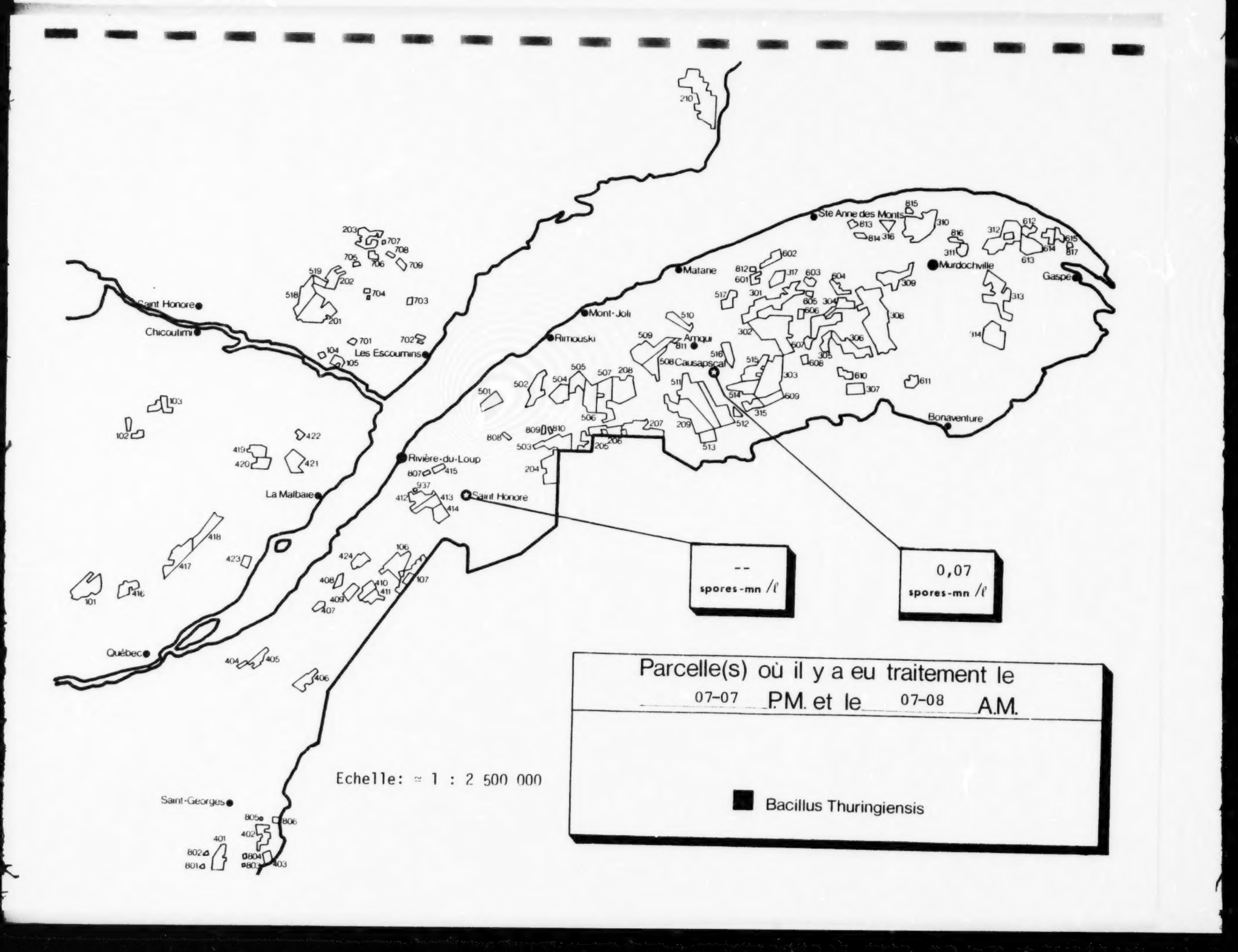

Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Saint Honoré
Québec
Saint-Georges
0,34
spores-mn /ℓ
118,31
spores-mn /ℓ
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
07-02 P.M. et le 07-03 A.M.
Bacillus Thuringiensis


Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
0
spores-mn /ℓ
5,17
spores-mn /ℓ
Echelle: ≃ 1 : 2 500 000
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
07-03 P.M. et le 07-04 A.M.
Bacillus Thuringiensis


Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Les Escoumins
Chicoutimi
Saint Honoré
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
Bonaventure
0
spores-mn /ℓ
0,69
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
07-04 P.M. et le 07-05 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000


Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Les Escoumins
Chicoutimi
Saint Honoré
La Malbaie
Rivière-du-Loup
Saint Honoré
Québec
Saint-Georges
0
spores-mn /ℓ
0,34
spores-mn /ℓ
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
07-05 P.M. et le 07-06 A.M.
Bacillus Thuringiensis


Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
Saint Honoré
La Malbaie
Québec
Saint-Georges
--
spores-mn /ℓ
0,69
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
07-06 P.M. et le 07-07 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≃ 1 : 2 500 000


Ste Anne des Monts
Matane
Murdochville
Gaspé
Saint Honoré
Chicoutimi
Les Escoumins
Mont-Joli
Rimouski
Amqui
Causapscal
Bonaventure
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Saint Honoré
Québec
Saint-Georges
--
spores-mn /ℓ
0,07
spores-mn /ℓ
Parcelle(s) où il y a eu traitement le
07-07 P.M. et le 07-08 A.M.
Bacillus Thuringiensis
Echelle: ≈ 1 : 2 500 000